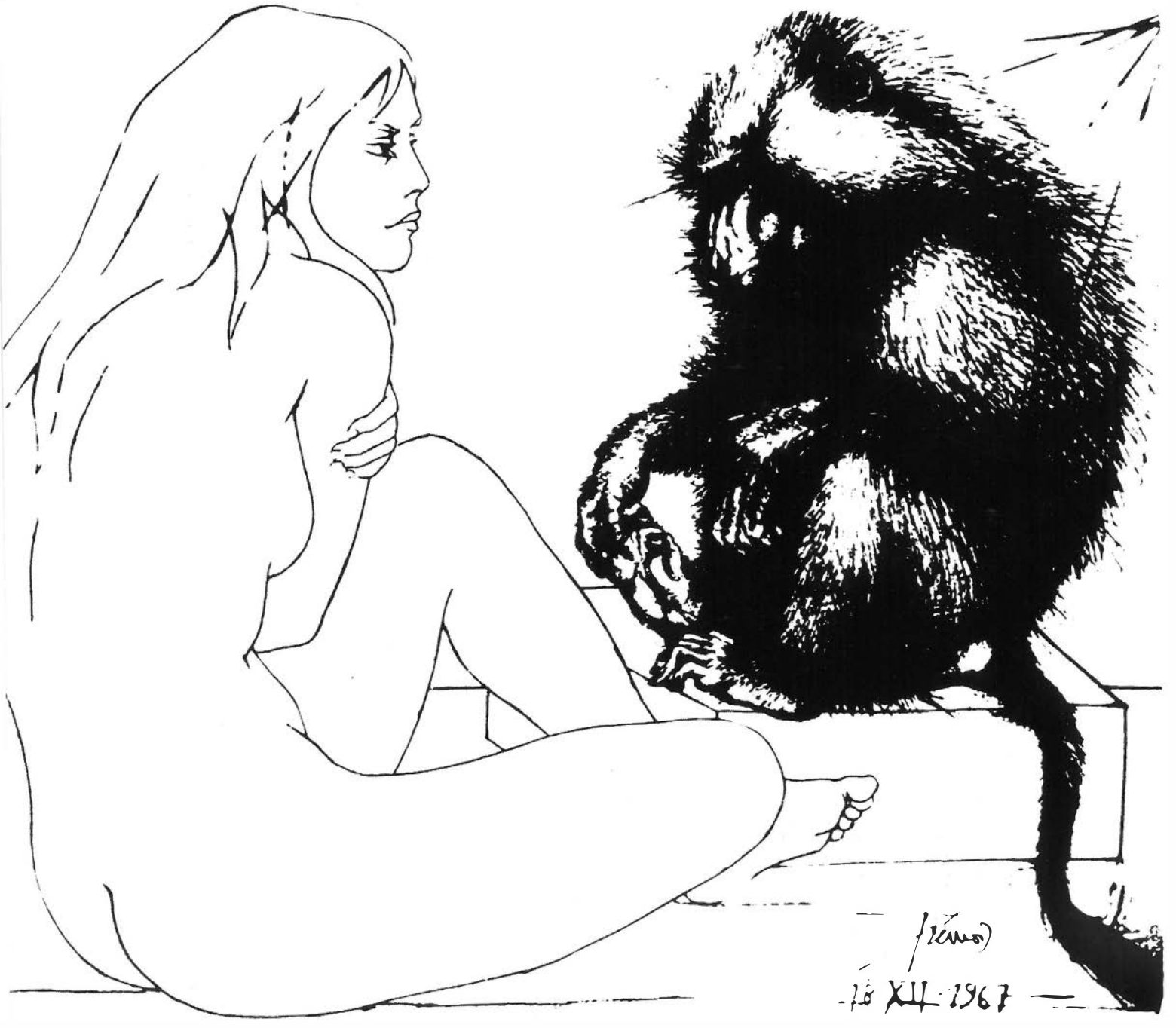
NOUVELLE ECOLE



qu'est-ce que NOUVELLE ECOLE *

Le mouvement des connaissances s'amplifie au XX° siècle à une vitesse vertigineuse. Et l'on ne peut que s'en féliciter. Ce développement présente pourtant deux graves défauts.

Il manque d'équilibre. Le progrès des connaissances techniques, notre savoir sur le monde, est allé beaucoup plus vite que notre savoir sur nous-mêmes. Certaines recherches ont été délibérément freinées, certains domaines sont encore régis par des systèmes dogmatiques ou des idées reçues.

Par ailleurs, au fur et à mesure que la connaissance avance et se formule dans l'abstrait, le savoir sur les choses paraît se détacher des choses. Il se retourne parfois contre elles. Certaines théories ne semblent élaborées que pour nier des lois naturelles immuables, les valeurs fondamentales d'une civilisation occidentale trois fois millénaire, ou les simples évidences du sens commun.

Dans ce flot de théories d'une égale assurance, mais bien souvent contradictoires, se dessine peu à peu une tendance à l'ahurissement dont les esprits sont victimes. Un nouveau sophisme, profondément négateur celui-là, tend à décourager la raison en utilisant les mots pour eux-mêmes. Et la connaissance se détruit à ce mot d'ordre : tout égale tout.

La revue *NOUVELLE ECOLE* se fixe par conséquent une double tâche :

1. Etudier et analyser un certain nombre de thèses et de faits nouveaux, émanant d'autorités incontestables, qui apportent au monde contemporain des éléments essentiels de connaissance, mais qui restent noyés dans le fatras des derniers dogmatismes, parce qu'ils remettent en cause des idéologies périmées.

Ces analyses se doublent des synthèses nécessaires à faire le point dans tous les domaines. Tant il est vrai qu'une démarche rationnelle, jointe à un certain recul vis-à-vis de l'accessoire, permet de discerner combien l'essentiel est lié dans l'histoire, la philosophie, la biologie, les sciences humaines et physiques, ou le mouvement des idées.

2. Dégager ensuite la signification profonde, épuiser toutes les conséquences de l'état réel des connaissances actuelles. Montrer, à l'exclusion de tout argument politique ou polémique, mais avec l'esprit d'initiative, de tolérance et de réflexion propre aux Occidentaux, comment les faits confirment ou bien démentent des théories qui n'auraient, de toute façon, jamais dû s'en écarter. ■

"NOUVELLE ECOLE" A PUBLIE

NUMERO 1 (épuisé) : *Rome et la Judée* (Gilles Fournier), *le LSD et les altérations du stock héréditaire*, (Alain de Benoist), *L'hérédité psychologique*, *Le puzzle génétique dans les ghettos*, *Une mise au point sur l'existence de Dieu* (Louis Rougier), *Placebos et « médicaments miracles »*, *Marxisme et religion*, etc.

NUMERO 2 (épuisé) : *De la langue à la structure : procès du langage* (Alain de Benoist), *Linguistique et sciences humaines* (Giorgio Locchi), *Nicolas Marr et la linguistique soviétique* (Jean-Claude Rivière), *Une éthique de la connaissance* (Jacques Monod), etc.

NUMERO 3 (épuisé) : *Race, sélection et caractères psychiques*, *Différenciation raciale et anthropologie physique*, *Le processus biologique de formation raciale* (Donald Swan), *Moïse était-il égyptien ?* (Alain de Benoist), *Un aggiornamento du judaïsme*, *Les thèses de Marcuse*, *Sur l'origine de l'univers*, *Protestantisme et capitalisme*, *Les aberrations chromosomiques*, etc.

NUMERO 4 (épuisé) : *Réflexions sur la question des valeurs* (Gilles Fournier), *Le judaïsme, morale et religion* (Julien Lebel), *Le probabilisme et la contraception* (Alain de Benoist), *Des signaux dans l'espace : les pulsars* (Jacques Vernin), *Du nouveau sur les Etrusques ?*, *Les deux sens du mot « gift »*, *A-t-on retrouvé les reliques de l'apôtre Pierre ?*, etc.

NUMERO 5 (épuisé) : *Réalités du sous-développement* (Jean-Yves Péquay), *Démographie mondiale : l'horizon 2000* (Alain de Benoist), *Les continents à la dérive* (Jacques Vernin), *Festival de Bayreuth 1968* (Hans-Jürgen Nigra), *L'Eglise et la polygamie*, « Le singe nu » de Desmond Morris, etc.

NUMERO 6 (épuisé) : *Le Moyen-Age : panorama général* (Pierre Vial), *La faillite de la Scolastique* (Louis Rougier), *Noël et le solstice d'hiver* (Jean Mabire), *L'histoire commence à Lepenski-Vir* (Yves Esquieu), *La biosphère en danger* (Jacques Vernin), *Les plus anciens fossiles* (Pierre-Henri Reboux), *L'« Université nouvelle »* (Alain Lefebvre), *Acquisitions récentes en hématologie*, « Le cheval dans la locomotive » d'Arthur Koestler, etc.

NUMERO 7 (épuisé) : *Biologie du problème racial : génétique et comportement* (Wesley Critz George), *Synthèse de l'ADN et recréation du vivant* (Pierre-Henri Reboux), *Les navires vikings* (Jean-Jacques Mourreau), *La caste des idéocrates*, « Le nouvel Etat industriel » de John K. Galbraith (Philippe Milliau), etc.

NUMERO 8 (épuisé) : *Pour la liberté sexuelle* (Yves de Saint-Agnès), *Les mutilations sexuelles* (Alain de Benoist), *A la découverte de l'océanographie* (Pierre Vial), Une journée d'études sur la civilisation européenne à l'Ecole HEC, bibliographie, etc.

NUMERO 9 (épuisé) : *Ecriture chinoise et science moderne* (Guy Brossolet), *L'écriture runique* (Alain de Benoist), entretien avec le professeur Rougier, bibliographie, groupe d'études, etc.

NUMERO 10 (épuisé) : *Le problème de l'avortement* (Jean-Claude Valla), *Fouilles archéologiques en France et en Europe du nord* (Yves Esquieu), *Les greffes d'organes* (Roger Vétillard), *Intégration scolaire et psychologie raciale* (Alain de Benoist), *Les Occidentaux malades de la peste ?* (Pierre Lance), « La Sociologie de la révolution » de Jules Monnerot, entretien avec le professeur Dumézil, etc.

NUMERO 11 (épuisé) : *La condition féminine dans l'Antiquité et au Moyen-Age* (Jean-Claude Bardet), « Le vocabulaire des institutions indo-européennes » d'Emile Benveniste (Giorgio Locchi), entretien avec le professeur Maurice Maurois, signes des temps (Jean-Jacques Mourreau), bibliographie, etc.

NUMERO 12 (épuisé) : *Hommage à Bertrand Russell* (Louis Rougier, Robert Blanché, Marcel Boll), *Stonehenge* (Jean-Jacques Mourreau), *Le nouveau calendrier liturgique* (Alain de Benoist), « L'administration au pouvoir » de Charles Debbasch (Michel Norey), entretien avec Stéphane Lupasco, bibliographie, courrier, signes des temps, etc.

NUMERO 13 (épuisé) : *L'empirisme logique et le « Wiener Kreis »* (Alain de Benoist), *Du sens des énoncés* (Louis Rougier), *Bertrand Russell et le Cercle de Vienne* (Philippe Devaux), « L'homme et la technique » d'Oswald Spengler (Giorgio Locchi), la science politique en Italie (Antonio Lombardo), bibliographie, courrier, etc.

NUMERO 14 : *L'eugénisme : survol historique* (Jean-Jacques Mourreau), *Perspectives actuelles de l'eugénisme* (Yves Christen), « Les lois du tragique » de Jules Monnerot (Michel Norey), entretien avec Jürgen Spanuth *(L'Atlantide retrouvée)*, bibliographie, courrier, etc.

NUMERO 15 (épuisé) : *Langues et littératures celtiques* (Goulven Pennaod), *Du gaulois au français* (Jean-Claude Rivière), « Socrate fonctionnaire » de Jean Thuillier (Louis Rougier), *Les leçons de la biologie moderne : Monod, Lwoff, Jacob* (Michel Norey), entretien avec Jean Rostand, bibliographie, informations, courrier, etc.

NUMERO 16 : *La chasse sauvage, mythe exemplaire* (Jean-Jacques Mourreau), *Elites et tertiairisation* (Hervé Lavenir), *La Sémantique générale et les méthodes d'évaluation non-aristotéliciennes* (Jean-Yves Le Gallou), *Cytogénétique et anthropologie* (Yves Christen), *Le «contrat social» de Robert Ardrey* (Y. Christen), bibliographie, courrier, etc.

NUMERO 17 : *Indo-Européen et celtique* (Wolfgang Meid), *Introduction à l'étude de la religion gauloise* (Jean-Jacques Hatt), *Druides et druidisme* (Roger Hervé), *Le calendrier gaulois de Coligny* (Goulven Pennaod), *Plaidoyer pour la «Barbarité»* (John Legonna), *Y aura-t-il une «Renaissance» celtique ?* (Pierre Lance), *Les Celtes du Québec* (Jacques Baugé-Prevost), *Histoire et sociétés : critique de Lévi-Strauss* (Giorgio Locchi), etc.

COMITE DE PATRONAGE

Giano ACCAME	☐ Ecrivain, rédacteur au quotidien économique *Il Florino*, directeur de l'hebdomadaire *Nuova Repubblica* (Rome).
Roger ARDREY	☐ Ecrivain, dramaturge, diplômé de l'Université de Chicago (anthropologie), F.R.S.L. (Fellow of the Royal Society of Literature).
Robert BLANCHE	☐ Ancien élève de l'Ecole Normale supérieure, agrégé de philosophie, docteur ès lettres, professeur honoraire à la faculté des Lettres de Toulouse, membre correspondant de l'Institut (Académie des Sciences morales et politiques).
Jacques BOMPAIRE	☐ Agrégé des Lettres, docteur ès Lettres, ancien attaché de recherches au CNRS, ancien recteur des Académies de Nantes et Nancy, ancien vice-recteur de l'Académie de Paris, professeur de littérature grecque à Paris IV (Sorbonne).
Raymond BOURGINE	☐ Président-directeur général de la Compagnie Française de Journaux (CFJ) : *Valeurs actuelles* et *Le Spectacle du monde*.
G. H. BOUSQUET	☐ Docteur en Droit, ancien professeur à la faculté (française) de Droit d'Alger, professeur honoraire à la faculté de Droit de Bordeaux.
André BRISSAUD	☐ Historien.
Jean CAU	☐ Licencié en philosophie, journaliste, écrivain, prix Goncourt 1961.
Björn COLLINDER	☐ Ancien professeur aux Universités de Los Angeles (USA) et Canberra (Australie), professeur honoraire (Suède), professeur de littérature norroise à l'Université de Vienne.
A. DAUPHIN-MEUNIER	☐ Docteur en Droit, docteur ès Sciences économiques diplômé de l'Ecole des Sciences politiques et de l'Ecole des Hautes études sociales, doyen de la faculté Autonome d'Economie et de Droit (FACO), vice-président de la Société française de Géographie économique, membre de l'Académie d'agriculture de France.
Pierre DEBRAY-RITZEN	☐ Professeur agrégé à la faculté de Médecine de Paris, chef de service neuropsychologique à l'hôpital Bichat, pédopsychiatre.
Léon DELPECH	☐ Président de la Société Française de Cybernétique.
Georges DUMEZIL	☐ Ancien élève de l'Ecole Normale supérieure, agrégé des Lettres, docteur ès Lettres, ancien professeur à l'Université d'Istambul, ancien directeur d'études à l'Ecole pratique des Hautes études, ancien professeur au Collège de France (chaire de civilisation indo-européenne), professeur d'histoire des religions indo-européennes à l'Université de Chicago.
Roland GAUCHER	☐ Historien.
R. GAYRE of GAYRE	☐ M.A., docteur en philosophie, docteur en sciences politiques, docteur ès Sciences, ancien professeur d anthropologie et directeur du Département supérieur d'anthropo-géographie de l'Université de Saugor (Inde), directeur du *Mankind Quarterly* (Edinburgh).
Jean-Jacques HATT	☐ Agrégé de grammaire, docteur ès Lettres, professeur à la faculté des Lettres de Strasbourg, conservateur du Musée archéologique de Strasbourg, ancien directeur des Antiquités préhistoriques et historiques.
Guy HERAUD	☐ Docteur en Droit, agrégé des facultés de Droit, licencié ès Lettres, ancien doyen de la faculté de Droit de Hanoï, directeur du Centre de recherches sur les pays de l'Est et l'URSS de Strasbourg, professeur à la faculté de Droit de Strasbourg.
Roger HERVE	☐ Agrégé de l'Université, ancien assistant au Musée d'ethnographie du Trocadéro, conservateur honoraire à la Bibliothèque Nationale (cartes et plans).
Johannes D. J. HOFMEYR	☐ Professeur honoraire à l'Université de Prétoria (ancien directeur du département de génétique), président et fondateur de la Société Sud-Africaine de Génétique.
R. IMBERT-NERGAL	☐ Président de l'Union Rationaliste (section de Nice), inspecteur de l'Enseignement primaire honoraire.
Robert E. KUTTNER	☐ Docteur en philosophie, biochimiste, éditeur de *Race and Modern Science* (New-York), directeur adjoint du *Mankind Quarterly* (Edinburgh), chercheur associé aux Laboratoires d'électronique de l'Université Stanford (Etats-Unis), membre de la British Eugenics Society.

Raymond JESTIN	☐	Directeur d'études à l'Ecole pratique des Hautes études, IVème section : Sciences historiques et philologiques (sumerien).
Hervé LAVENIR	☐	Licencié ès Lettres, diplômé de l'Ecole des Sciences politiques, ancien élève de l'ENA, économiste, fonctionnaire international, président du Centre d'Etudes et d'Action Européennes, membre du Centre européen d'études de population.
C. Scott LITTLETON	☐	Professeur d'anthropologie, président du Département de sociologie et d'Anthropologie à l'Occidental Collège de Los Angeles.
Bengt LÖFSTEDT	☐	Professeur de latin médiéval à l'Université de Californie (Los Angeles).
F. J. LOS	☐	Ethnologue, historien, docteur en philosophie, docteur en géographie sociale, professeur de géographie (Pays-Bas).
Stéphane LUPASCO	☐	Docteur ès Lettres, ancien chargé de recherches au CNRS, épistémologue.
Jean MABIRE	☐	Ecrivain, journaliste, ancien directeur de la revue *Viking*.
Jacques de MAHIEU	☐	Docteur ès Sciences politiques, docteur ès Sciences économiques, licencié de philosophie, docteur en médecine honoris causa, ancien recteur de l'Université argentine des Sciences sociales, ancien doyen de sa faculté des Sciences politiques, directeur de l'Institut de Science de l'Homme de Buenos-Aires.
Angelo MAJORANA	☐	Professeur de psychologie aux facultés de Sciences politiques et de philosophie de l'Université de Catane, membre du Comité scientifique de la Société de Psychologie médicale de langue française.
Marc MARCEAU	☐	Directeur de la revue et de l'agence de presse *Europe Sud-Est*, correspondant du *Monde* à Athènes.
Jean R. MARECHAL	☐	Ingénieur civil des Mines, ancien professeur du cours de Métallurgie à l'Ecole Industrielle Supérieure de Liège, chargé de recherches au CNRS, délégué du Groupe de liaison et d'information archéologique de Normandie.
Thierry MAULNIER	☐	Membre de l'Académie française, écrivain, journaliste, auteur dramatique, Grand Prix de littérature de l'Académie française 1959, président de l'Association France/Etats-Unis.
Paul de MERITENS	☐	Directeur du *Courrier de Paul-Dehem e.*
Armin MOHLER	☐	Ecrivain, chargé de cours à l'Université d'Innsbruck, prix Adenauer 1967 (Munich).
Thomas MOLNAR	☐	Ecrivain, doctorat de littérature française à l'Université Columbia, professeur de Littérature française et d'histoire des idées européennes au Brooklyn College de New-York.
Carlo MONGARDINI	☐	Professeur de Sociologie à la faculté de Sciences politiques de l'Université de Catane.
Jules MONNEROT	☐	Sociologue.
Michel MOURLET	☐	Ecrivain, journaliste, ancien directeur de la revue *Présence du cinéma*, directeur du journal *Matulu*.
Roger PEARSON	☐	M.Sc. (Economics), ancien éditeur de *Northern World* (London-Coventry) et *Western Destiny* (Los Angeles), président du Département d'anthropologie et de religions comparées à l'Université de Southern Mississippi (Hattiesburg).
Jean O. PIRON	☐	Professeur de Biologie, rédacteur en chef de *La Pensée et les hommes* (Bruxelles).
Louis ROUGIER	☐	Agrégé de l'Université, docteur ès Lettres, logicien, historien des religions, ancien président du 1er Congrès international de Philosophie scientifique (Sorbonne) et du Colloque Walter-Lippmann, professeur honoraire à la faculté des Lettres de Caen.
Yves de SAINT-AGNES	☐	Ecrivain.
Giuseppe SANTONASTASO	☐	Professeur titulaire de la chaire d'histoire des doctrines politiques à l'Université de Naples.
Robert SCHILLING	☐	Ancien élève de l'Ecole Normale supérieure et de l'Ecole française de Rome, professeur de Langue et de civilisation latines à l'Université de Strasbourg, directeur d'études à l'Ecole des hautes études (sections sciences religieuses, religions de Rome), directeur de l'Institut de latin de Strasbourg.
Paul SERANT	☐	Ecrivain.
Louis-Claude VINCENT	☐	Ancien professeur à l'Ecole d'Anthropologie de Paris, membre de la Société des Océanistes.
Gérard ZWANG	☐	Docteur en médecine, ancien chef de clinique chirurgicale à la faculté de médecine de Paris.

En couverture :

- *L'Homo sapiens sous l'oeil du singe, son ancêtre : tout le problème de l'évolution. Impossible dialogue et parenté foncière. Après Rostand, Giono, Montherlant, un hommage à Darwin (dessin de Pierre-Yves Trémois).*
- *L'ancien temple de Zeus à Némée. Deux cyprès, trois colonnes, l'horizon immobile. Et dans les pierres éboulées, l'éternel souvenir des dieux et des héros (archives).*

NOUVELLE ECOLE

NOUVELLE ECOLE paraît tous les deux mois / la mise en pages et la maquette sont réalisées par Alain de Benoist

Le directeur administratif, Philippe Milliau, est assisté par France Ferlat (secrétariat) et Catherine Mourreau (publicité, relations publiques)

Chaque numéro est vendu 10 F / les conditions d'abonnement se trouvent en page 99

crédits photos pour ce numéro : Roger-Viollet (pp. 68, 83,87) J.P. Guillaume (p. 7) / Rapho (p. 79) / éd. du Seuil (pp. 19, 27, 29) / Penguin Books (pp. 32, 33, 37, 43) / Sam Falk (p. 80) / archives : 21, 24, 25, 39, 45, 48, 65, 66, 72, 74, 81, 88, 91, 92, 94, 95, 96 / Atlas-Photo (p. 79) / Sciences & Avenir (p. 15) / éd. Larousse (p. 62) / Le Spectacle du monde (p. 75) / éd. PUF (p. 35)

Publicité : 1 500 F la page en noir / tarifs détaillés sur demande / chargée de la publicité : Catherine Mourreau

La revue est tirée sur les presses des éditions «La Source d'Or», à Marsat (63) / tous droits réservés : copyright *N.E.*, sauf accord spécial / dépôt légal : 2ème trimestre 1972 / commission paritaire : numéro 46 384

Responsable de la publication : Alain de Benoist

rédaction et administration : boîte postale 129-07 75326 Paris Cedex 07

sommaire

7 Itinéraire

16 Introduction au transformisme
Claude Rousseau

53 Théorie synthétique et simulation de l'évolution
Yves Christen

62 Biologie moléculaire et théorie de l'évolution
Y. C

69 Bibliographie

74 «Geographische Anthropologie» de Bertil Lundman
Donald A. Swan

75 Entretien avec Arthur R. Jensen

83 Nietzsche et ses «récupérateurs»
Giorgio Locchi

89 Signes des temps

numéro dix-huit / mai-juin 1972 / printemps / cinquième année

rédacteur en chef : Alain de BENOIST

secrétaire de rédaction : Jean-Claude VALLA
directeur administratif : Philippe MILLIAU

comité de rédaction

Paris	Pierre d'ARRIBERE, docteur en médecine.
Nancy	Jean-Claude BARDET, diplômé d'études supérieures d'histoire du Droit.
Paris	Jean-Yves BLOCHET, diplômé d'études supérieures de sciences politiques, licencié en Droit, licencié en sociologie.
Marseille	Yves CHRISTEN, DEA de génétique approfondie, maître en biochimie, licence de psychologie.
Bonnières	Philippe CONRAD, DES d'histoire, professeur agrégatif d'histoire.
Lille	François-Xavier DILLMANN, licencié ès Lettres, DES d'histoire des religions, doctorat d'histoire (archéologie et philologie nordiques).
Paris	Gilles FOURNIER, DES d'ethnologie, ancien élève de l'Ecole Nationale d'Administration (ENA).
Paris	Claude GRANDJEAN, DES d'ethnologie (Musée de l'Homme), docteur en médecine.
Paris	Julien LEBEL, journaliste.
Bruxelles	Emile LECERF, journaliste.
Paris	Alain LEFEBVRE, journaliste, éditeur de *Stratégies*.
Paris	Roger LEMOINE, ingénieur agricole (Nancy).
Paris	Giorgio LOCCHI, docteur en Droit, correspondant à Paris du quotidien *Il Tempo*.
Florence	Antonio LOMBARDO, docteur en Droit, maître-assistant à la faculté des Sciences politiques de l'Université de Florence.
Paris	Jean-Jacques MOURREAU, journaliste.
Paris	Michel NOREY, diplômé de l'Institut d'Etudes Politiques de Paris, licencié en Sciences économiques, élève à l'ENA.
Paris	François d'ORCIVAL, journaliste.
Lyon	Jean-Yves PEQUAY, licence de sciences économiques.
Paris	Patrice de PLUNKETT, licencié en Droit, diplômé de l'Institut d'études judiciaires, journaliste.
Nîmes	Yves PONDAVEN, interne des hôpitaux de Nîmes.
Rennes	Pierre-Henri REBOUX, ingénieur biochimiste.
Nantes	Jean-Claude RIVIERE, professeur agrégé de grammaire, maître-assistant à la faculté des Lettres de Nantes.
Aix	Gilles ROUX, professeur d'histoire-géographie.
Paris	Paul SIGAUD, docteur ès Lettres, journaliste.
Nantes	Jean-Paul TOUZALIN, professeur de lettres et d'anglais (CES).
Paris	Jacques VASSIGNY, docteur en philosophie.
Paris	Jacques VERNIN, ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé d'études à la SEMA (Société d'Economie et de Mathématiques Appliquées).
Toulouse	Roger VETILLARD, docteur en médecine.
Lyon	Pierre VIAL, professeur agrégé d'histoire, assistant d'histoire du Moyen-Age à la faculté des Lettres de Saint-Etienne.
Marseille	Jean-Marcel ZAGAME, directeur de publicité, ancien externe des hôpitaux d'Alger, licencié d'histoire de l'art et d'archéologie, diplôme de sciences politiques, doctorat de sciences économiques.

BELGIQUE. *Secrétaire général* : Claude Vanderperren (Bruxelles) / *chargé de la diffusion* : Luc Pauwels (Wijnegem) / *administration : NOUVELLE ECOLE.* 10, rue Guillaume De Muylder. 1160 — Bruxelles (tél. : 73.14.20).

ITALIE. *Secrétaire général :* Dr. Antonio Lombardo, maître-assistant à la faculté des Sciences politiques de l'Université de Florence / *administration : NOUVELLE ECOLE.* Viale Regina Margherita, 35 B. Catania 95123.

ALLEMAGNE. *Secrétaire général* : Dr. Henning Eichberg, professeur assistant à l'Université de Stuttgart (Institut d'études sociales) / *administration : NOUVELLE ECOLE.* 7 — Stuttgart. Mezgerstrasse, 34.

GRECE & PAYS des BALKANS. *Secrétaire général* : Marc Michel (Athènes) / *administration : NOUVELLE ECOLE.* Anagnostopoulou, 18. Athènes 136 (tél. : 738.320).

ESPAGNE. *Secrétaire général* : Dr. Angel Bayod Monterde (Saragosse).

SUISSE. *Secrétaire général* : Dr. Guiu Sobiela, professeur de philologie romane (Zurich) / *administration : NOUVELLE ECOLE.* Eisfeldstrasse, 33. 8052 — Zurich.

SCANDINAVIE. *Secrétaire général :* François-Xavier Dillmann, Université d'Uppsala / *administration : NOUVELLE ECOLE.* Valhallagatan, 16. 753 34 - Uppsala.

ETATS-UNIS. Donald A. Swan, B.A. (Economics), M.A. (Mathematics), secrétaire général de l'IAAEE, professeur de mathématiques à la City University of New-York / *administration : NOUVELLE ECOLE.* 88-42, 209th Street. Queens Village (N.Y. 11427).

itinéraire

Héraclite d'Ephèse disait : «On ne peut connaître la *nature* des choses que lorsqu'on connaît leur *origine* et leur *évolution*». L'anthropogenèse date du siècle dernier, la biogenèse de la période contemporaine : nous commençons à connaître la *nature* des systèmes vivants. La science de l'évolution, comme la linguistique, est une science *généalogique* : nous avons pressenti la parenté d'origine en examinant les morphologies actuelles. Le présent, une fois de plus, a éclairé le passé.

Problème essentiel, dont Darwin, le premier, mesurait l'importance. «J'ai le regret de penser, écrivait-il en 1871, que la conclusion de ce travail, à savoir que l'homme tire ses origines de quelque organisme inférieur, sera très désagréable à beaucoup». Prévision vérifiée. Il a fallu attendre le 12 novembre 1968 pour que la Cour suprême des Etats-Unis déclare anticonstitutionnelle les lois allant contre l'enseignement des théories scientifiques de l'évolution. Ainsi prenait fin la «guerre du singe», déclenchée cent ans plus tôt, qui opposait les professeurs de biologie à certaines sectes «fondamentalistes» (1). La discussion n'est pas close pour autant. Depuis un siècle, créationnistes, matérialistes, vitalistes, réductionnistes, déistes, spiritualistes, positivistes, monistes, mécanicistes, expérimentalistes, dualistes, organicistes, rationalistes, etc. n'ont cessé de s'affronter. Philosophes et théoriciens se sont mêlés du débat (2).

S'il faut en croire la Genèse (I, 1), un démiurge tout-puissant aurait, au *début absolu*, «séparé la Terre et les cieux», créant ainsi le monde *ex nihilo* (3). Cette cosmogonie, qui nous vient du Proche-Orient, et remonte aux Sumériens, nous apparaît aujourd'hui, située sur le champ du savoir, comme l'un de ces «contes de mille et une nuits» auxquels il ne convient pas d'attacher un crédit excessif. Le *fait* de l'évolution l'a privé de *signification*.

---

(1) En plein XVIIIème siècle, à Bâle, en 1720, il n'était pas encore permis de faire état des travaux de Copernic. Et les œuvres de Galilée ne furent rayées de l'Index qu'en 1835.

(2) Les idées darwiniennes avaient atteint Nietzsche dès 1868, par la *Geschichte des Materialismus* de Lange. Karl Marx, de son côté, écrivait à Lassalle en 1861 : «L'ouvrage de Darwin me paraît très important, et je l'accepte comme base biologique de la lutte des classes dans l'histoire» (M. Rubel (éd.). *Marx : pages choisies pour une éthique socialiste*. Marcel-Rivière, 1948). Darwin n'en déclarait pas moins, au Dr. Schuzer : «Quelle idée stupide semble prévaloir en Allemagne au sujet des rapports entre le socialisme et l'évolution par la sélection naturelle !» (1879).

(3) A noter que la traduction classique : «Au commencement, Dieu créa les cieux et la Terre» (I, 1) est erronée. La Genèse, à cet endroit, ne parle pas de Dieu, c'est-à-dire de Iahvé, qui n'intervient qu'en Gen. II, 5, mais des Elohim (*Élôhiym*, «les dieux»). Certains auteurs voient dans ce pluriel insolite (qui n'est pas «de majesté») la trace d'une ancienne cosmogonie polythéiste incorporée à l'enseignement biblique. La bonne traduction serait plus exactement : «Quand les Elohim commencèrent d'arranger le ciel et la Terre, la Terre était informe et confuse...»

Les théologiens, du reste, ont dû renoncer à chercher dans la Genèse une *vérité historique*, au sens littéral et *occidental* (4) du terme. L'immense majorité d'entre eux en tiennent pour l'*interprétation* (symbolique, aphoristique, etc.), gymnastique périlleuse, aux limites incertaines, et dont les implications théoriques laissent rarement le dogme intact (5). Ils expliquent ainsi, avec Oswald Loretz, qu'il ne faut «plus demander à l'Ecriture des renseignements scientifiques et historiques là même où elle se sert du langage du mythe» (*Quelle est la vérité de la Bible ?* Centurion, 1970). Ils affirment, avec Raymond J. Nogar, o. p., que «ce n'était pas l'intention de Dieu, ni celle des auteurs qu'il a inspirés, de s'occuper dans les Ecritures de chronologie, ni de l'origine des espèces cosmiques, ni de la date et des détails de l'origine humaine» (*Science de l'évolution. Données scientifiques et pensee chrétienne*. Casterman, 1965).

A la limite, il y aurait une sorte de «neutralité» (de compatibilité tactique) du dogme vis-à-vis du savoir scientifique. A condition, bien entendu, que les chercheurs soient *dociles*, qu'ils reconnaissent leurs «limites», et se gardent surtout d'insister (dans les domaines «qui ne sont pas les leurs») sur les *inferences logiques* de leurs travaux.

«L'humble attitude de l'esprit qui se plie à l'évidence des faits empiriques et en reconstruit patiemment les lois, peut-on lire dans un récent ouvrage publié *cum licentia superiorum*, ne peut découvrir autre chose que la splendide ordonnance d'un monde qui tient de Dieu sa perfection, et de l'homme seul les traces douloureuses du péché. Le dernier mot sur l'homme est, en définitive, prononcé non par les sciences de la nature, mais par la Révélation surgissant dans l'histoire». Car «au contraire du savant qui ignore où va l'humanité, le chrétien sait qu'elle est assumée et *terminée* en Jésus-Christ glorieux» (H. Rullens (éd.). *Est-il vrai que l'homme descend du singe ?* Foyer Notre-Dame, éd. Bruxelles, s.d.).

Les savants, malheureusement, ne sont pas de cet avis. Ils se rangent plutôt à l'opinion de Julian Huxley : «Dans une pensée de type evolutionniste, il n'y a pas place pour des êtres surnaturels susceptibles d'influencer le cours des événements humains, et leur nécessité n'apparaît pas. La Terre n'a pas été créée, elle évolue. Le corps, l'esprit, l'âme de l'homme et tout ce qu'ils produisent, y compris les lois, les moeurs, les religions, les dieux, etc. résultent entièrement de l'évolution» (Sol Tax, ed. *Evolution After Darwin*. University of Chicago Press, éd. Chicago, 1960).

* * *

La découverte de l'évolution, les progrès de la biologie et, plus récemment, le *décryptage* du code génétique, ont apporté un certain nombre de réponses aux questions que l'on pouvait se poser sur la nature et l'origine de la *vie*. La prise en considération du binôme *mutations-sélection*, la mise en rapport *simultanée* de variations purement aléatoires *(hasard)* face à l'invariance des duplications génétiques

---

La Genèse ne présente d'ailleurs pas un, mais *deux* récits de la Création, tout-à-fait contradictoires l'un par rapport à l'autre. Dans l'*écrit sacerdotal* (où l'on ne parle que des Elohim), en Gen. I-II, 3, l'homme n'apparaît qu'*après* les espèces végétales et animales ; il est créé d'un coup «mâle et femelle». Dans l'*écrit iahviste* (où l'on emploie la formule associée Iahvé Elohim), en Gen. II, 4-25, l'homme est crée *avant* les animaux, et sous le sexe masculin (la femme étant ensuite «tirée de l'un de ses os»). Dans le premier récit, la Terre est submergée par les eaux jusqu'à ce que les Elohim disent : «Qu'il y ait un firmament entre les eaux, et qu'il les sépare les unes des autres». Dans le second, la Terre souffre de l'absence d'eau, car Iahvé n'y a pas encore fait pleuvoir.

(4) Il s'avèrerait en effet qu'il existe un «concept sémitico-biblique de vérité» (Oswald Loretz. *Quelle est la vérité de la Bible ?* 1970), indispensable à la compréhension des Ecritures. Le mot hébreu *'emet*, que l'on traduit généralement par «vérité», signifie plutôt «stabilité», «fidélité» (par opposition, non à ce qui est «faux», mais à ce qui est «révisible», «relatif», «contingent», etc.). «Pour les Babyloniens et les Assyriens, comme pour les Israélites, la vérité était tout autre chose (que chez nous) : c'est ce qui dure ou, en d'autres termes, ce qui, malgré toutes les vicissitudes, garde une consistance éternelle. Le contraire de cette vérité n'était pas la non-vérité, au sens de non-conformité de la parole et de la réalité, mais l'inconstance, la versatilité, qui n'a aucune permanence réelle et, partant, ne pouvait être vraie pour l'ancien Orient (..) On ne péchait pas contre cette vérité quand, dans les récits historiques, on faisait aussi une place à l'imagination, quand on construisait des synthèses, ou que l'on ajoutait ici ou là quelque chose au donné de la tradition. On ne perdait pas non plus le chemin de la vérité quand on plaçait des histoires ou des récits du présent dans un cadre créé par l'écrivain lui-même, selon la connaissance qui lui était donnée de la vérité divine. Si donc nous constatons ou croyons observer que des récits bibliques ne sont pas tout à fait exacts sur bien des détails, ou que des éléments mythiques, des anachronismes ou des interprétations humaines y sont mêlées, cela ne signifie encore rien quant à leur contenu de vérité au sens où l'entendait l'Orient ancien. Car même un récit qui ne correspond pas exactement aux faits historiques peut être vrai, en ce sens qu'il témoigne de l'immuable vérité divine» (W. von Soden. *Biblische und geschichtliche Wahrheit*, in *Amt und Gemeinde*. Vol. 7 (1956), pp. 106 ff.). L'observation est contestée par E. Gutwenger, selon qui «une distinction entre le concept grec et le concept biblique-sémitique de vérité reviendrait à exclure les Sémites et les Israélites de l'espèce *Homo sapiens*» (*Zeitschrift für Theologie und Kirche*. Vol. 87 (1965), p. 198).

(5) C'est ainsi que l'encyclique *Spiritus Paraclitus* garantit la Révélation comme «fait historique», tandis que la Commission biblique déclarait, en date du 23 juin 1905 (Dz 1980 = 3373), qu'«on peut admettre, quand il y a des raisons valables, que l'écrivain biblique n'entendait pas présenter une véritable histoire, au sens moderne du terme, mais donner un enseignement religieux sous la forme d'une histoire».

(nécessité), ont permis, notamment, de résoudre l'irritant problème de la *finalité de fait*(6). Mais l'évolutionnisme décrit la réalité «en termes de processus plutôt qu'en termes de situation statique» (J. C. Mayfield). Il reste donc des énigmes à élucider.

Il y a, en fait, plusieurs façons de parler de l'*évolution*. La première, la plus simple, consiste à observer quelques grandes tendances ayant valeur de principes : différenciation, spécialisation, inégalité, sélection. Et à en tirer des enseignements.

La grande loi qui gouverne les *processus biologiques*, celle que pressent l'observateur et que confirme le savant, est une loi de *différenciation*. L'évolution n'est pas unilinéaire. Elle n'est pas non plus globale pour une espèce donnée. Elle se caractérise, à tous les niveaux, par la ramification, la divergence, le buissonnement. Toute forme de vie est issue de la différenciation d'une forme de vie antérieure. Si elle se révèle *adaptative*, elle est elle-même destinée à se différencier en plusieurs autres formes dérivées, lesquelles se différencieront à leur tour aussi longtemps que la forme nouvellement apparue ne sera pas une forme *en impasse*, qu'elle ne sera pas éliminée par la *concurrence*, ni frappée de cette demi-mort qu'est la *perte de son énergie*.

Un grand nombre de variations, tout en enrichissant l'univers, n'en représentent pas moins des *impasses* d'un point de vue général : elles ne permettent pas à l'évolution de *progresser*. Seules quelques variations représentent un *progrès* effectif, et correspondent à une *étape* franchie (un «embranchement» supérieur). En outre, toute différenciation se manifestant par une redistribution des conditions d'équilibre et d'adaptation, suppose une spécialisation : apparition d'une «qualité», renforcement d'une aptitude ou d'un faisceau d'aptitudes. La supériorité intrinsèque des *formes évolutives* résulte donc de leur plus grande spécialisation. C'est une supériorité *dynamique*. Sa mise en oeuvre est soumise à une loi d'*accélération*, qui donne au «dépassement» des formes fourvoyées *(sans issue)* une allure irrésistible et brutale. Bien entendu, il ne s'agit pas de réduire l'évolution aux «tâtonnements» d'une *nature* cherchant à réaliser son expansion dans les meilleures conditions, «sélectionnant» les formes optimales, et «misant» en quelque sorte tout son acquis sur elles. Dans la problématique de l'évolution, il n'y a pas que de «bonnes» et de «mauvaises» solutions. Mais il y a des variations *spécialement favorables*. Ce sont les «aristogènes» d'Osborn, les mutations de Wagen, la *Mutationsrichtung* de Neumayr, etc. D'où le concept (contesté) d'*aristogenèse*.

Les formes dérivées étant divergentes par rapport aux formes-mères, il se développe *fatalement* entre elles, du fait de l'extrême variabilité des *pressions sélectives*, des différences d'adaptation et de niveau, c'est-à-dire des *inégalités*. Ces différences, de règle entre les groupes, concernent plus spécialement les *aptitudes adaptatives*, qui constituent l'axe de l'évolution. Loin de rester constantes, elles ne cessent de s'accroître, au fur et à mesure que s'élargit le faisceau des variations et des spécialisations. On peut donc dire que l'inégalité est la loi de la vie : le *maximum d'évolution* va de pair avec le maximum de spécialisation, de différenciation et d'inégalité. Contrairement à ce qu'imaginait Teilhard, la *convergence* (c'est-à-dire l'*homogénéité*) n'est de règle qu'aux niveaux les plus primitifs et les moins évolués. Dans ces conditions, l'égalité n'est pas seulement un mythe. C'est un cadeau empoisonné pour qui ne peut suivre la compétition.

«La possibilité d'identifier les restes d'Adam et Eve est hors de question», remarque R. J. Nogar (*Science de l'évolution*. Casterman, 1965). C'est pourquoi, de l'avis de certains théologiens, *Adam* (nom générique) renverrait à une *collectivité* (celle des «premiers hommes»). Mais cette thèse, très audacieuse du point de vue dogmatique, pose le problème de la nature du *péché originel*, et donne à penser que la *Chute* se confond avec l'*hominisation* (Adam sort de l'«état d'innocence» en échappant aux *contraintes de l'espèce* ; il n'est plus «agi»). L'idée selon laquelle Adam représenterait «un certain nombre de premiers parents» (Nogar) a d'ailleurs été condamnée par Pie XII (Cf. Karl Rahner. *Theologisches zum Monogenismus*, in *Schriften zur Theologie*. Benziger Verlag, éd. Köln, 1954. Vol. 1, pp. 253-322). Car «ce qui est insoutenable, théologiquement, c'est que le vrai homme, au sens théologique, avait un animal (un autre primate) comme «père et aïeul», au sens strict du mot» (R. J. Nogar. op. cit.).

(6) L'*adaptation* des organes à leur fonction, le fait que «tout se passe comme si» la nature *poursuivait un but* (l'oeil étant *fait pour* voir, les ailes *pour* voler, etc.), l'existence apparente d'un *ordre biologique*, ont provoqué de vifs affrontements entre adversaires et partisans du *finalisme*. On se posait la question des «forces vitales», et celle des «causes premières» : l'oeuf vient-il avant la poule, ou la poule avant l'oeuf (le taureau a-t-il des cornes pour se défendre, ou se défend-il avec ses cornes parce qu'il en a ?) ?

En fait, la notion de finalité est essentiellement anthropomorphique : nous sommes tentés de projeter notre conception perceptive *(macroscopique)* de la *cause* et de l'*effet* à tous les niveaux de l'univers. Or, il n'y a de véritable finalité qu'à l'endroit où il y a *conscience des fins*. C'est donc pure métaphysique que d'expliquer ou de justifier un *objet* (ou un *phénomène*, une *adaptation*) par une *destinée finale* qu'une intelligence lui aurait assignée.

Depuis que l'on sait qu'aux mutations du potentiel héréditaire correspondent des variations d'ordre chimique, il est devenu plus difficile de faire appel à des théories explicatives de type *animiste*. En contrepartie, les biologistes admettent plus facilement qu'hier la réalité d'une «finalité sans fin» (Léon Brunschvicg. *Héritage des mots, héritage d'idées*. PUF, 1945), et l'existence d'un *ordre* se traduisant par un certain nombre de *lois*. «Reconnaître que l'évolution se fait dans un sens déterminé n'est pas plus une concession à la métaphysique que constater le sens de chute de la pluie, et ne mène pas davantage à la complaisance pour les causes finales» (*Dictionnaire rationaliste*. Ed. rationalistes, 1964). M. François Jacob conclut : «L'être vivant représente bien l'exécution d'un dessein, mais qu'aucune évolution n'a conçu. Il tend vers un but, mais qu'aucune volonté n'a choisi» (*La logique du vivant*. Gallimard, 1970).

Dire que l'homme est le produit le plus élaboré de l'évolution n'est pas un jugement de valeur que nous serions tentés de prononcer. C'est un *fait* expérimental, dès lors (et c'est sans doute là que réside la subjectivité) que l'on s'en tient aux critères de pure *complexité biologique* (physiologie nerveuse, anatomie cérébrale, etc.).

Pour Spengler, «l'*humanité*, pas plus que le genre «papillon» ou «orchidée», n'a un but, une idée, un plan. Ou bien l'humanité est un concept zoologique, ou bien elle est un mot vide de sens». La *race*, autre notion zoologique située à l'intérieur de l'espèce (C.S. Coon), résulte, elle aussi, de ce *pouvoir séparateur* de la vie, sans lequel nous en serions toujours au stade des amibes, des bactéries et des algues bleues. Il y a donc tout lieu de penser que les races humaines, sont appelées à suivre la dynamique normale de l'évolution : différenciation, spécialisation, etc. Elles continuent d'évoluer dès à présent, par le jeu des mutations, de la sélection (naturelle ou artificielle), de la dérive génétique et du métissage. Certaines d'entre elles formeront peut-être, d'ici à quelques dizaines de milliers d'années des espèces bien différentes, où l'on distinguera des formes adaptatives et des formes fourvoyées, et entre lesquelles les unions ne seront probablement plus fertiles. Un nouveau processus de différenciation recommencera alors le cas échéant.

Bien loin d'être un progrès, la «convergence», le «mélange», la «fusion universelle» équivalent donc à une véritable *régression* par rapport à la vie. La tendance au nivellement contredit au principe de *continuité évolutive*, caractérisé par une diversification croissante. Impliquant la *disparition forcée* de formes et de populations minoritaires (qui ont, elles aussi, le «droit de vivre»), elle reviendrait à pénaliser les populations les mieux placées du point de vue de l'évolution, en bouleversant des *optima* adaptatifs souvent difficilement établis.

Cosmopolis, la ville où tout le monde est égal à chacun, ne correspond pas aux lendemains qui chantent. Elle renvoie à une «société» *dépassée* depuis quelques centaines de millions d'années : celle des premiers agrégats vivants, des cellules indifférenciées.

* * *

Il fut un temps, pas si lointain, où le monde savant considérait seulement comme *probable* l'apparition de la vie dans certaines conditions physico-chimiques déterminées. Ce stade est déjà dépassé, et l'opinion prévaut maintenant qui fait de cette «probabilité» une véritable *nécessité*. M. René Buvet : «La nécessité ne naît pas seulement de l'accumulation statistique des faits, mais bien des lois chimiques elles-mêmes. Chaque fois qu'on a envoyé dans un mélange gazeux élémentaire de l'énergie sous une forme assimilable, on a retrouvé des molécules d'intérêt biologique» (*Les lois de l'origine de la vie*, in *Sciences & Avenir*, juillet 1970). D'autre part, les synthèses d'éléments organiques, le passage expérimental (déjà «réversible» aux niveaux élémentaires) du vivant à l'inerte, l'étude des phénomènes de survie en l'absence de métabolisme, n'ont cessé de rendre plus ténue la frontière entre la «matière vivante» et la matière tout court. La réalité contredit ainsi à l'adage populaire (*omne vivum ex vivo et omne ovum ex ovo*), et prouve que la vie est issue de la non-vie.

Malheureusement, il faut bien le dire, nous ne sommes guère plus avancés pour autant. Sans doute est-il très important d'avoir établi que les systèmes vivants *dérivent* de la matière (ne serait-ce que pour mettre un terme aux errements de l'idéalisme). Mais cela ne résoud en rien le problème consistant à définir les termes l'un par rapport à l'autre, le vivant par rapport à l'inanimé.

Pour Frey Wyssling, «la synthèse des composés de chimie organique a prouvé qu'il n'y a pas de *différence fondamentale* entre la matière vivante et non vivante». On peut contester cette affirmation, ou du moins s'interroger sur la nature d'une «différence fondamentale». Car c'est une chose de dire que a est produit par b ; une autre d'en déduire que a = b (ou qu'il n'y a pas de «différence fondamentale» entre eux). Les choses de l'esprit *dérivent* de la matière cérébrale (et d'elle seule), mais elles ne *sont* pas de la matière. Les spiritualistes, pour qui la pensée n'est pas *seulement* le produit du cerveau, ont évidemment tort. Mais quand on leur a répliqué que la pensée n'est *que* le produit du cerveau, il reste encore à expliquer en quoi ce produit diffère de la matière cérébrale, pourquoi le même vocabulaire, les mêmes lois, les mêmes critères d'appréciation ne s'y appliquent plus. Car les sentiments et les aptitudes ne se *quantifient* pas comme les poids et mesures (erreur de certains psychologues industriels), les impératifs de l'éthique ne se ramènent pas aux «indicatifs» de la science (erreur du *physicalisme*), et la *grandeur* de la tour Eiffel est d'un autre ordre que la *grandeur* des personnages de Shakespeare. De même, expliquer la vie par une *transformation de la matière* (explication correspondant à une réalité), ne préjuge en rien de la *nature* de cette transformation. Car cela ne nous dit pas pourquoi l'*Homo sapiens* a la faculté de percevoir et de poser un *ego*. Bref, la filiation *ne préjuge en rien de la* variation. Celle-ci représente-t-elle un «saut qualitatif», ou non ? Voilà le problème.

Le *réductionnisme*, consistant à ramener le conscient à l'organique, l'organique au physico-chimique, et le physico-chimique au microphysique, a les défauts de ses qualités. S'il a l'avantage d'établir certaines *dérivations*, il reste pratiquement muet pour *qualifier* les variations. Et il est d'autant plus muet qu'il estime qu'il n'y a pas de «différences fondamentales» (de *nature*) entre les différents *niveaux de réalité*.

Il n'y a pas de «matière vivante», par opposition à la «matière inerte». Mais il y a des *organismes*. «Rien n'est vivant dans la cellule, sauf l'ensemble» (Cuénot). Ce problème du *tout* et de ses *parties* n'est pas moins important. On peut bien démonter un électrophone en tous ses composants, on ne parviendra jamais à identifier la *pièce* qui «produit» le *son*. C'est que le son résulte de l'agencement de l'*ensemble des pièces*. Or, ce son est une réalité, lui aussi. Et une réalité totalement différente de la réalité des composants. Les systèmes vivants n'utilisent que des formes d'énergie répandues dans l'univers inanimé (électricité, lumière, chaleur, etc.). Ils n'en sont pas moins *vivants*, et non inanimés. En d'autres termes, les propriétés d'un ensemble ne sont *telles* que par rapport et du fait de cet ensemble. Si l'ensemble est «réduit», c'est-à-dire décomposé, les qualités s'évanouissent. La «réduction» établit la *relation* entre l'ensemble et ses parties. Mais, là encore, elle n'explique en rien la *nature* des propriétés du tout.

Pour les théologiens, l'apparition de propriétés nouvelles ne saurait s'expliquer par l'agencement de «pièces» ne comportant pas, au départ, lesdites propriétés. En effet, «le plus ne saurait sortir du moins» (Cf. Claude Tresmontant. *Comment se pose aujourd'hui le problème de l'existence de Dieu*. Seuil, 1968)

(7). Pourtant, «un entier se distingue toujours par quelque chose de la somme de ses parties» (Max Planck). Tout système composé, par exemple, manifeste des *qualités* distinctes de celles de ses éléments pris séparément. Un composé chimique H20 manifeste des propriétés nouvelles, celles de l'eau, tout à fait différentes de celles de l'oxygène ou de l'hydrogène qui le constituent. De même, «le carbone, l'hydrogène et l'oxygène sont dépourvus de saveur. Or le sucre, composé de ces seuls éléments, possède un goût caractéristique : c'est là une propriété *émergente*» (Christian Léourier. *L'origine de la vie. Théories contemporaines*. Laffont, 1971). Le pouvoir d'autoreproduction propre aux cellules vivantes, le son dans l'électrophone, la pensée dans le cerveau, sont également des propriétés *émergentes*.

C'est précisément autour de ce concept d'*émergence* que l'affrontement biologico-philosophique bat son plein. Car c'est lui qui fonde la *différence* au sein des variations fondamentales. Si un ensemble, en effet, est *plus* que la somme de ses parties, il est aussi *autre chose* que ces parties (et pas seulement *la même chose sous une autre forme*, ou une autre structure). La différence n'est donc pas seulement quantitative (de *degré*). Elle peut être qualitative (de *nature*).

La position des idéalistes et des métaphysiciens, qui voient dans l'émergence un surgissement quasi-miraculeux, et font un usage abusif de la notion de *potentialité* (la saveur du sucre serait *en puissance* dans le manque de saveur de ses composants !), est certes indéfendable. Mais il faut aussi critiquer les excès des *réductionnistes*, qui s'emploient à éliminer la *contradiction* de l'univers (8), sans imaginer que la contradiction, ou du moins la diversification *pluri-directionnelle* (la pluralité absolue), puisse être l'une des lois fondamentales et structurales («consubstantielles») de l'univers.

* * *

La vie est-elle une propriété *émergente* ? Les phénomènes biologiques sont-ils réductibles à des théories explicatives s'appuyant sur les concepts utilisés en physique ? Ces questions sont liées. «Toute discussion de la position de la biologie par rapport aux sciences physiques conduit tôt ou tard au probleme de la situation des systèmes vivants par rapport aux grandes lois d'organisation de la physique» (Ilya Prigogine. *La thermodynamique de la vie*, in *La Recherche*. Vol. 3, n° 24. juin 1972, pp. 547-62).

A la base du débat : la coexistence «contre nature» des *principes de la thermodynamique* et de l'*ordre biologique*. Le premier principe de la thermodynamique affirme la conservation de l'énergie pour tous les systèmes : l'accroissement de l'énergie au sein d'un système est égal à l'énergie reçue. Selon le second principe, tout système évolue spontanément vers un état d'équilibre correspondant à l'*entropie* maximale, c'est-à-dire à la plus grande déperdition énergétique, au plus grand désordre, à l'homogénéité, à la «mort». En d'autres termes, l'entropie est une sorte d'«oubli» progressif des *conditions initiales* spécifiques. Or, les systèmes vivants ne cessent de *reproduire* ces conditions initiales, maintiennent des structures hautement *ordonnées*, et secrètent une dynamique qui se caractérise par une apparente diminution d'entropie (ce qu'on appelle en cybernétique un *gain d'information*). «Il semble, écrit M. Léourier, que la particularité fondamentale de l'être vivant soit son aptitude à transgresser le second principe de la thermodynamique» (op. cit.). Il y a donc contradiction.

Certains chercheurs, comme Onsager et Prigogine, ont prétendu que la thermodynamique s'est par trop cantonnée, jusqu'ici, dans les «systèmes *fermés*» (qui n'échangent que de l'énergie avec le monde extérieur ; exemple : la planète Terre). Une «nouvelle thermodynamique», s'appuyant sur l'étude des «systèmes *ouverts*» (qui échangent de l'énergie *et de la matière* avec le monde extérieur ; exemple : une cellule de bactérie *Escherichia coli*), ferait apparaître que ceux-ci évoluent vers un état de *production entropique* qui n'est pas nécessairement nul.

Dans la mesure où les systèmes vivants pourraient être effectivement assimilés à des systèmes ouverts (le savant prenant en considération, non seulement l'*organisme* proprement dit, mais également son *milieu naturel*), l'accroissement d'entropie au sein du système *complet* deviendrait compatible avec la diminution d'entropie au sein de l'organisme censée s'être produite lors de la formation des structures organisées. Progogine reconnaît cependant que «cette manière de voir ne nous apprend rien sur l'évolution du système vivant lui-même, sur les mécanismes qui conduisent à une organisation moléculaire» (art. cit.). Il ne suffit pas de savoir, en effet, que l'*évolution des systèmes vivants* peut correspondre à une perte d'énergie au sein de l'univers *considéré comme un tout* (c'est-à-dire, à titre purement hypothétique, comme un système absolument fermé). Il faut encore pouvoir démontrer que les processus d'évolution des systèmes vivants sont eux-mêmes réductibles à la thermodynamique, alors que ces processus sont, par définition, attachés à des états *hors de l'équilibre thermodynamique* (Prigogine : «La différenciation des structures et des fonctions qui caractérise l'ordre biologique suggère que le fonctionnement des êtres vivants s'effectue dans des conditions de non-équilibre»).

A partir, justement, des notions de non-équilibre, de «structures dissipatives», d'instabilité et de fluctuation, Prigogine a tenté de jeter les bases d'une *thermodynamique «généralisée»* (9). Dans cette perspective, la *fluctuation* permettant au système vivant de quitter l'état proche de l'équilibre

---

(7) Mais les mêmes admettent très bien que Dieu, «cause première», ait pu créer le monde *ex nihilo*, ce qui revient à expliquer la «totalité des effets» dont le monde est le lieu par l'intervention providentielle d'une «cause sans cause». Le plus serait donc sorti du moins... au minimum une fois.

(8) La «réduction» du biologique au macrocosmique est la forme de *réductionnisme* la plus répandue. Mais la démarche inverse existe aussi. L'hylozoïsme, doctrine selon laquelle toute matière est douée de vie, a eu des partisans. Teilhard de Chardin l'a ressuscitée, avec sa théorie de la «face interne de la matière», postulant une forme de psychisme coextensive aux particules matérielles (l'«intelligence au travail dans la matière»).

(9) Cf. I. Prigogine. *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes*. John-Wiley, 1967 ; I. Prigogine & P. Glansdorff. *Structure, stabilité et fluctuations*. Masson, 1971.

thermodynamique correspondrait au «hasard» ; l'*instabilité* du milieu et l'ampleur croissante de la fluctuation correspondraient à la «nécessité». Mais ces conclusions ne satisfont pas entièrement l'esprit. Progogine écrit lui-même : «N'empêche que pour situer les structures biologiques, il semble essentiel de s'écarter du principe d'ordre de Boltzmann, et de tenir compte de ce que les phénomènes biologiques caractéristiques se déroulent loin d'un état d'équilibre thermodynamique. Il y aurait donc un *véritable seuil* entre vie et non-vie, mais il faut se garder d'idées trop simples» (art. cit.).

La perspective dans laquelle le réductionnisme tend à intégrer les différents niveaux de réalité, n'est pas seulement *moniste* (ce qui est excellent). Elle est *unilinéaire* (ce qui est moins heureux). Pour reprendre une formule bien connue, «tout se passe comme si» la loi générale de l'univers *devait* s'orchestrer autour d'un *principe d'identité non contradictoire*. Or, en est-il bien ainsi ?

«Comment pourrait-il y avoir des séries indépendantes (et *totalement !*) dans l'univers, demande M. Marc Beigbeder, si sa seule règle est le principe d'identité non contradictoire ? Pour qu'il y en ait dans l'univers (et notamment au niveau génétique), il faut qu'il soit, au moins dans une certaine mesure, *divers, différencié, discontinu*, qu'au principe d'identité, d'inclusion, s'oppose, au moins dans une certaine mesure, un principe de *diversification*, d'*exclusion*, de *discontinuité*. Mais, dans ce cas, je ne peux plus parler, je ne dois plus parler de séries *indépendantes* : s'il n'y a pas seulement continuité, c'est parce qu'une discontinuité la limite traditionnellement et relativement. Les deux principes sont toujours en conflit, ils ne vont pas l'un sans l'autre. La «réalité», c'est leurs *relations* ; l'énergie, leur *antagonisme*. Mais je dois dire *les* réalités (et *les* énergies). S'il y a un principe de diversification, de discontinuité, etc., la diversification est multiplicité différentielle, la discontinuité se discontinuise, *est* discontinuités, la différenciation se pluralise. L'univers, même macroscopique, devient multiple *dans ou contre son unité*» (*Le contre-Monod*. Grasset, 1972).

Cette conception, qui est à la fois moniste *et* pluraliste (*multilinéaire*, pluridirectionnelle, etc.), a été développée par M. Stéphane Lupasco. Celui-ci ne cherche pas tant à «réduire» la *contradiction* entre systèmes vivants et systèmes physiques, qu'à en tirer des leçons, pour mettre au point, face aux insuffisances de la logique traditionnelle (scolastico-aristotélicienne, *anthropomorphique*, basée sur les principes d'identité et de non-contradiction), une véritable *logique de l'antagonisme* (de l'*hétérogène*), où les notions classiques *(unilatérales)* de causalité et de déterminisme, seraient complétées par les notions nouvelles *(intégrales)* de causalité d'antagonisme et de déterminisme contradictionnel.

«Le système dit *vital*, écrit M. Lupasco, se caractérise par une *hétérogénéité* sans cesse et statistiquement dominante, alors que le système dit *inanimé* se caractérise par une *homogénéité* sans cesse et statistiquement dominante, y imposant chacune sa *logique propre* et les lois qui en découlent. Cette homogénéité et cette hétérogénéité ne sont jamais totales, ne peuvent jamais s'*actualiser* rigoureusement, *précisément en vertu du principe contradictoire* qui les fonde et les lie l'une à l'autre» (10). En d'autres termes, dans un système antagoniste, la potentialisation de l'un entraîne toujours une actualisation de l'autre, et vice-versa. C'est pour cette raison que l'univers énergétique ne peut s'anéantir.

* * *

Depuis plus d'un siècle maintenant, le phénomène de l'évolution est devenu *évident*. Cette évidence a été établie. Mais elle reste en grande partie *inexpliquée*. Des explications théoriques ont été avancées. Elles ont même reçu, aux niveaux élémentaires, des confirmations expérimentales. Mais de graves problèmes subsistent, et ce «piétinement» est d'autant plus surprenant qu'il contraste avec les succès obtenus dans l'étude du code génétique et de l'hérédité.

Grâce aux progrès de la biochimie et de la biologie moléculaire (cf. dans ce numéro les articles de M. Yves Christen), les mécanismes intimes de la *microévolution* commencent à être connus. On comprend à peu près comment se produisent les variations de faible amplitude *(intraspécifiques)*, comment apparaissent les *races* et les *populations*. Mais il n'en est pas de même en ce qui concerne la *macroévolution*, l'apparition des grands *phylum* et des *espèces* (variations *transspécifiques*). L'extrapolation de l'«intraspécifique» au «transspécifique» s'opère par simple *analogie*, méthode peu satisfaisante s'il en est. «On n'a pas encore établi, précisent MM. Günter Vogel & Hartmut Angemann, une théorie de l'évolution qui soit claire et fondée sur des rapports de causalité, et qui explique d'une manière satisfaisante la formation naturelle d'espèces nouvelles» (*Atlas de biologie*. Stock, 1970). M. Jean Rostand, partisan convaincu du transformisme, note avec honnêteté : «Si nous sommes obligés et comme *condamnés* à croire en l'évolution, en revanche nous en sommes à attendre une «suggestion suffisante» concernant les causes des transformations d'espèces» (*Le Figaro littéraire*. 20 avril 1957).

Les *mutations* elles-mêmes, dans le domaine de la macroévolution, nous semblent déroutantes. Elles ont un caractère brutal, explosif. Les «maillons manquants» font défaut. Il y a foule de «cousins» dans l'arbre généalogique de la vie, mais, somme toute, assez peu de «parents directs» (c'est le fameux *buissonnement*). En outre, «malgré tous les moyens dont on dispose actuellement pour augmenter considérablement les taux de mutations naturelles, on n'a encore jamais observé de mutations qui améliorent le type sauvage d'une espèce quelconque. Les seules mutations *observées* sont, soit des mutations défavorables, soit des mutations favorables, mais qui ne font que rendre à un individu préalablement muté défavorablement, l'intégrité du caractère sauvage» (*Atlas de biologie*, op. cit.).

Enfin, même si l'on admet que la macroévolution n'est que la continuation, à plus grande échelle, des processus dynamiques intervenant dans la microévolution, il resterait encore à expliquer *pourquoi* et *comment* l'accumulation des *microvariations* peut *aboutir*, à un moment donné, à une *macrovariation*. De

---

(10) Pour mieux situer l'oeuvre de M. Lupasco, cf. son entretien avec *Nouvelle Ecole* (n° 12, mars-avril 1970, pp. 77-82) ; et son débat avec le rationalisme classique : Ernest Kahane, *Remarques sur l'oeuvre de Stéphane Lupasco*, in *Cahiers rationalistes* n° 231 (septembre-octobre 1965), pp. 271-78 ; *Une lettre de Stéphane Lupasco*, in *Raison présente* n° 1 (octobre-décembre 1966), pp. 137-41.

quelque façon que l'on retourne le problème, il y aura toujours une «dernière» variation qui, en s'ajoutant aux précédentes, permettra de parler, non plus de mutation intraspécifique (d'*événement*), mais bien de mutation transspécifique, d'apparition d'un nouveau phylum (de *révolution*). C'est le phénomène du *saut qualitatif*, évoqué plus haut.

Compte-tenu de ces observations, la question se pose donc de savoir si le problème de l'évolution, et d'une façon plus générale celui de la vie, ont été *correctement situés* jusqu'ici.

Ce que nous appelons aujourd'hui la «science» est une *perspective* relativement récente, qui s'est instituée lorsque l'on a pu situer les phénomènes *macrophysiques* dans leur *espace-temps* (c'est-à-dire dans l'espace-temps macrophysique, expérimentalement défini). Il est naturel, *humain* si l'on veut, que l'on ait alors tenté de situer dans *cet* espace-temps l'ensemble des *phénomènes* que percevaient nos sens affinés par les instruments de mesure. Jusqu'à l'époque contemporaine, en effet, la pensée humaine s'était *organisée* à un niveau de réflexion où ne coexistaient que deux *termes*, deux *perspectives* : d'une part, la perspective «physique», englobant la *totalité* des objets et des phénomènes matériels, d'autre part la perspective «spirituelle», englobant la *totalité* des choses de l'esprit (sentiments, idées, concepts, etc.).

Or, du fait du développement scientifique, on s'est aperçu que le monde «matériel» n'est *pas univoque*, mais *relatif*. Mieux encore, la pensée humaine, aujourd'hui, semble avoir atteint un niveau de réflexion où coexistent, non pas deux, mais *quatre* perspectives : la *perspective macrophysique*, la *perspective microphysique*, celle de la biologie (englobant la totalité des phénomènes *organiques*), et celle de l'«esprit», qui est en fait celle de l'esprit humain, de la *conscience humaine* dans ce qu'elle a de plus spécifique (d'*historique*), et que l'on pourrait appeler plus justement *perspective historique*.

La perspective «réductionniste», qui est le fait de certains chercheurs, et de quelques théologiens, vise, au sens propre, à *réduire* ce quatre perspectives les unes aux autres. Elle est aussi le fait d'idéologues tels que Marx ou Lévi-Strauss, qui ont entrepris de «quantifier», donc de «solidifier» et d'arrêter l'histoire (de la vider de ces événements, de ces tensions et de ces *contradictions* qui la constituent en tant qu'histoire), de «dissoudre» le conscient dans le vivant, le vivant dans le physico-chimique, et le physico-chimique dans le principe final d'indifférenciation : tout égale tout. Cette attitude est foncièrement *réactionnaire*, même et surtout du point de vue *scientifique*. En situant l'ensemble des phénomènes microphysiques, historiques et biologiques, dans la *seule* perspective (dans le seul espace-temps) macrophysique, on risque, en effet, de se condamner à ne jamais connaître la véritable nature de l'*élémentaire*, de l'*histoire* et de la *vie*. Il ne faut pas oublier, à ce propos, que la microphysique n'a pu se constituer en tant que *science*, que dans la mesure où l'on a pu, grâce au langage mathématique, construire un véritable *espace-temps microphysique*. Ce qui explique, d'ailleurs, pourquoi les données de la microphysique ne peuvent être traduites dans un langage *quotidien*, qui s'obstine (évidemment) à tout aborder selon la perspective *perceptive*, qui est une perspective essentiellement macrophysique.

Tout phénomène, désormais, s'ouvre à quatre perspectives différentes, et il est également probable qu'il est le point d'*intersection* (d'*interprétation*) de *quatre espaces-temps différents* : on peut l'appréhender sous l'angle de la *conscience* (historique), de la *vie* (biologique), de la *gravitation* (macrophysique) ou de l'*énergie* (microphysique). Bref, de quatre points de vue distincts (11). La *conscience*, par exemple, nous sera «donnée» comme *présent discontinu* dans la perspective historique, mais, *en même temps*, comme *inversion du passé continu* dans la perspective macrophysique, *intimité discontinue* dans la perspective biologique, *inversion de l'existence continue* dans la perspective microphysique.

Pour le matérialiste, il n'y a qu'*un seul* monde : le nôtre. Pour le spiritualiste, il y a *un autre* monde, en dehors du nôtre. Nous serions tentés de dire qu'il y a *plusieurs* mondes à l'intérieur du nôtre.

Dans le macrocosme, le *temps* nous *apparaît* unidirectionnel : l'univers semble se diriger vers l'*entropie*, vers la dégradation progressive de son *ordre spatial*. Mais la microphysique dément déjà cette impression : elle s'inscrit en faux contre l'«unidirectionalité» du temps. C'est que nous nous trouvons en face de deux espaces-temps différents, générateurs de perspectives distinctes. Le phénomène de la vie, à son tour, semble se soustraire à la perspective de l'entropie, qui est celle de la macrophysique. C'est ce qu'ont parfaitement observé Schrödinger (1887-1961) et Fantappié, mais en se contentant de «remarquer» que la vie *suspend*, sans plus (sans les *abolir*), les lois de la thermodynamique. Or, une telle façon de voir se situe *encore* dans la perspective macrophysique. Possible, et même légitime, au niveau du vivant *isolé*, elle risque d'être inadéquate pour rendre compte du phénomène de la vie dans sa *totalité*.

En effet, de même que l'univers macrophysique embrasse la *totalité* de ce que nous appelons le *réel*, la vie, elle aussi, embrasse cette *totalité*. Mais pas de la même façon. Dans une perspective que l'on pourrait qualifier d'authentiquement *biologique*, la vie ne se définit plus comme l'ensemble des vivants, mais comme l'*ensemble* formé par les vivants *et leurs milieux spécifiques* (leurs *Umwelten*), c'est-à-dire le *monde* qui est le leur, avec lequel ils sont *en échange*. Jakob von Uxkuell, avec son *Umweltlehre*, «doctrine du milieu spécifique» (ne pas confondre avec *Welt*, «monde», qui renvoie au milieu *physique*), semble avoir démontré que tout vivant n'est qu'*un terme d'une relation*, dont l'autre terme est le «milieu spécifique» dans lequel il s'«emboîte» et se *situe*. On peut dire, de la même façon, que l'*espèce* ne désigne pas seulement une certaine *catégorie* de vivants, mais bien l'*ensemble* constitué par ces vivants *et leurs*

---

(11) Ces notions n'apparaissent contradictoires qu'exprimées dans notre langage «perceptif». Un mathématicien peut, sans se contredire, affirmer tour à tour que la somme de deux angles droits est supérieure, inférieure ou égale à 180 degrés. Tout dépend du *cadre géométrique* dans lequel il *situe* son exposé. De même, la physique contemporaine, qui n'opère qu'à partir de notions *méta-perceptives*, et admet pour la lumière le dualisme inconciliable (mais complémentaire) des quanta d'énergie et du train d'ondes associé, ne donne pas pour autant dans la «métaphysique». Les biologistes, écrit M. Lupasco, auraient souvent avantage à passer par la «forte école libératrice de la physique quantique».

milieux spécifiques. Nous retrouvons ici des termes *polaires*, qui s'affrontent *et* sont liés, qui se potentialisent et s'actualisent réciproquement. L'espèce ainsi définie n'est une «abstraction» que du *seul* point de vue macrophysique (ou microphysique, ou historique). Du point de vue *biologique*, elle est une *réalité*, mais une réalité que nous ne parvenons pas à appréhender complètement parce que nous la *situons* dans un espace-temps qui n'est pas le sien.

«Un des grands mérites de la théorie de l'évolution, écrit M. Christian Léourier, est de donner au temps biologique une dimension *historique*» (op. cit.). On pourrait dire aussi qu'elle donne au temps historique une «dimension *biologique*». Ce serait encore insuffisant. Nous avons, par exemple, l'habitude de dire que la vie est apparue «à un certain moment», c'est-à-dire à un certain présent du *temps macrophysique*. Ne vaudrait-il pas mieux poser en hypothèse un espace-temps où la vie *existerait de tout temps* (depuis «toujours»), et de chercher ensuite à le faire correspondre aux trois autres ?

Dans l'espace-temps qui lui est propre, le macrophysique est en effet *toujours* présent *dans sa totalité*. C'est seulement son *ordre* (sa «présentation») qui change, en se dégradant ou en se rétablissant *selon les moments*. Si nous avons l'impression qu'il a «nécessairement» son *origine* quelque part, que ce soit dans le néant ou dans un *autre-que-lui* (démiurge, cause première, etc.), c'est que notre *raison dialectique* ne peut le *penser* qu'en le mettant en *relation logique* avec son «contraire», avec sa «négation» (la *relation* pouvant être «contemporaine» : «matière» et «esprit» ; ou «successive» : univers et «super-atome» générateur, univers et démiurge, etc.). Le problème des *origines* (du «début») de la vie doit être posé de la même façon, dans la seule perspective *adéquate*, qui est celle de l'espace-temps biologique. On dira alors que la vie a fait son apparition dans des «circonstances» correspondant, non au *moment de son début* du point de vue macrophysique, mais bien à son *premier moment macrophysique* du point de vue biologique (non au «début de la vie» dans la perspective macrophysique, mais au «début du macrophysique» dans la perspective de la vie).

C'est à partir de là qu'on peut s'interroger. Il est bien possible, par exemple, que la *vie* ne puisse être véritablement appréhendée (comprise et *expliquée*) qu'en admettant l'existence d'un espace-temps spécifique, dont la *direction* pourrait être *différente*, *voire opposée* au temps macrophysique. Mieux encore, d'un espace-temps où l'élément *temps* serait *non-directionnel*. Le macrophysique nous étant *donné* comme tel dans une perspective qui nous laisse *percevoir le passé dans le présent* de notre conscience, on pourrait admettre ainsi que le biologique ne puisse être perçu *que comme le futur de notre conscience*. Ce qui expliquerait peut-être pourquoi le macrophysique se présente toujours à nous, globalement, comme l'*effet d'une cause*, tandis que «tout se passe comme si» le biologique était la *cause d'un effet* (d'où les interminables discussions sur la finalité, la préadaptation, etc. Cuénot : «le foetus semble avoir la *prescience du futur*») : pourquoi l'«explication» du monde matériel semble résider dans le «passé», et celle des systèmes vivants dans le «futur» (l'évolution suggérant l'idée d'un *dessein* non encore accompli).

Dans une perspective strictement biologique, la variation intraspécifique pourra être légitimement interprétée comme l'*effet d'une cause*, et non comme la cause d'un effet. Seulement, cette cause *se situera dans le futur*. Ou, plus exactement, elle se situera là où la perspective macrophysique (et elle *seule*) verra un *moment futur* par rapport au *moment présent* de la variation, ce *même* «moment» pouvant être un *moment passé* dans la perspective biologique, à l'intérieur de son espace-temps.

Allons encore plus loin. Ce «moment», dans la perspective biologique, pourrait tout aussi bien relever, non plus du *temps* (tel que nous le concevons habituellement), mais de l'*espace*. Un espace évidemment tout autrement agencé (*ordonné*) que l'espace macrophysique, et qui correspondrait à un *moment temporel macrophysique*. Bref, tandis que dans la perspective macrophysique les événements s'inscrivent dans le *temps* (en tant que *dégradations* apparemments successives de l'*ordre spatial*), dans la perspective biologique, au contraire, les «événements» s'inscriraient dans l'*espace* (en tant qu'*enrichissements* apparemment successifs de l'*ordre temporel*).

Le *propre de la vie*, après tout, est d'instituer au sein du réel une *relation*, dont l'un des termes (l'organisme) est le *centre*, et l'autre (le milieu spécifique) l'*enveloppant*. La vie se ramène donc à la présence de *centres de références*, à partir desquels le réel peut acquérir une *signification* toujours plus variée. Dans le *temps macrophysique*, cette présence semble s'*instituer* à un moment *donné* (non originel) du devenir, puis *évoluer* par multiplication et différenciation des centres de références (les espèces), tandis que dans l'*espace biologique*, la vie serait *toujours présente*, et ne ferait que s'agencer, s'ordonner, se «présenter» d'une façon toujours différente (exactement comme le fait le macrophysique qui est toujours présent dans sa totalité dans l'espace-temps qui est le sien). En d'autres termes, la vie se *réaliserait* toujours identique à elle-même dans son espace-temps spécifique, alors même qu'elle paraît adopter des formes différentes dans l'espace-temps macrophysique, pour cette excellente raison que l'*ordre spatial change dans le temps*. C'est pour cela que, du point de vue macrophysique et perceptif, elle nous semblerait évoluer *fatalement* vers un *but* qui lui aurait été assigné. En réalité, la vie ne *poursuit* aucun but. *Elle est le but*, depuis *toujours* atteint. Elle est *coïncidence permanente de la cause et de l'effet*, coïncidence, répétons-le, *masquée* par l'espace-temps macrophysique, à partir duquel elle prend l'apparence d'une absurde et déroutante «succession».

Dans ce qu'il faut bien appeler son accablante naïveté philosophique, Albert Einstein croyait représenter l'univers (macrophysique, cela va sans dire) en déclarant qu'il était *endlich und begranzt*, «fini et sans limites» («sans frontières»). Il se dérobait ainsi, à l'aide d'un jeu de mots. C'est qu'Einstein ne voulait pas admettre que la raison humaine a elle aussi des «frontières», et qu'elle n'*existe*, qu'elle ne joue le rôle *irremplaçable* que nous lui connaissons, qu'en vertu de ces «frontières» qui la délimitent et l'*instituent*.

Nous ne pouvons *concevoir* le monde. Nous pouvons seulement le *voir*, en acceptant les *perspectives* qu'il nous offre. Nous ne pouvons concevoir la vie (qui est *aussi* le monde dans sa totalité). Mais nous pouvons apprendre à la voir, en acceptant les véritables perspectives par lesquelles elle s'offre à notre regard. ■

N. E.

Evolution : l'irrésistible montée du psychisme.

thème central

L'essor pris par la biologie au cours de ces cinquante dernières années est l'un des grands événements scientifiques de notre époque. La science de la vie est en train de combler, à pas de géants, le grand retard qu'elle avait accumulé sur les sciences physiques. Après des siècles d'inquiétude, émaillés de nombreux interdits, elle peut enfin s'épanouir au grand jour. Les chercheurs ne font plus seulement porter leurs efforts sur le monde extérieur. Ils n'hésitent pas à scruter le vivant au plus profond de son intimité. Les voici, expérimentalement désormais, *objets* et *sujets* à la fois.

L'annonce des acquis sans cesse plus surprenants de la science nouvelle, la vulgarisation qui s'étend, l'information qui circule, tous ces facteurs touchent nos contemporains plus qu'ils ne l'imaginent eux-mêmes. Les laboratoires étant entrés dans la vie quotidienne, la biologie devient l'une des pierres de touche de la pensée positive. Elle est, comme l'affirme M. Jean Rostand, «une pièce maîtresse de tout humanisme bien conduit».

Mais chaque réponse est une question, dès qu'on la prend à l'inverse. Un nombre croissant d'hommes et de femmes de notre temps s'interrogent sur la place qu'ils occupent dans la nature, et sur leur position dans l'univers.

Chacun sait bien, aujourd'hui, que la vie évolue. Que le monde est mouvement : le présent, devenir, et la matière, énergie. Nous savons que l'apparente fixité des formes masque une mouvance universelle, que seules les lenteurs relatives de la chronologie nous empêchent d'apprécier. Mais cette perpétuelle transformation des choses prend aussi l'apparence d'un défi. Elle nous oblige à nous pencher sur l'éternelle question des origines, à retracer le chemin parcouru dans la nuit des temps, du chimique au vivant, puis du vivant au conscient.

la biogenèse

Dans la première partie de son exposé, le Dr. Claude Rousseau fait le point sur l'évolution pré-biologique et les origines de la vie. De grands progrès ont été enregistrés en ce domaine. Depuis 1928, date à laquelle Friedrich Wöhler réalisa la synthèse de l'urée, les chercheurs savent fabriquer des composés organiques. Mais ce n'est qu'à la fin des années cinquante qu'ils ont pu librement confronter leurs travaux. Une première conférence mondiale sur les origines de la vie s'est tenue à Moscou en 1957. Une seconde a eu lieu en 1963, à Wakulla Springs (Floride). La dernière, organisée à l'initiative du Laboratoire énergétique et électro-chimique de la faculté des Sciences de Paris, sous la direction du professeur René Buvet, a réuni en avril 1970, à Pont-à-Mousson, tous les grands spécialistes de la question : Stanley Miller, Ponnamperuma, Sidney Fox, Oparine, Florkin, etc. Ces trois rencontres ont institutionnalisé une nouvelle discipline : la biogenèse.

Dans le même temps, les progrès de la systématique, et surtout ceux de la biologie moléculaire, nous ont permis de mieux expliquer le mécanisme interne de l'évolution proprement dite. Le Dr. Rousseau, dans une seconde partie, fait l'historique de l'«évolution darwinienne», et passe en revue les différentes hypothèses qui ont été avancées.

Le Dr. Claude Rousseau, 44 ans, chirurgien-dentiste de la faculté de Médecine de Paris, docteur en chirurgie dentaire de la North-Western University de Chicago (Etats-Unis), est membre de l'Institut de la Vie, de la Société Préhistorique Française (SPF) et de la Société d'Anthropologie de Paris. ■

Claude ROUSSEAU

INTRODUCTION AU TRANSFORMISME

La théorie *créationniste*, selon laquelle toute réalité résulterait à l'origine d'un surgissement miraculeux dont serait responsable un mystérieux *démiurge*, a longtemps régenté les esprits. Cette théorie, qui est à la base de l'universalisme metaphysique, s'est exprimée pendant des siècles sous une forme fixiste. Le monde, depuis sa création, n'aurait pas fondamentalement changé. La diversité que nous y constatons ne refléterait aucune distribution d'ordre *chronologique*, toutes les espèces étant apparues en même temps, *ex nihilo*.

Deux postulats, de nature essentiellement philosophique, sous-tendent cette affirmation : d'une part, l'*anthropocentrisme*, qui fait de l'homme le «centre» des vivants, et donc un être à part par rapport à ceux-ci ; d'autre part, le *géocentrisme*, qui fait de la Terre le «centre» de l'univers, et attribue à notre planète des caractères qui lui seraient rigoureusement particuliers.

En démontrant que la vie résulte de la conjonction, dans le temps et l'espace, d'une série de conditions physico-chimiques ayant produit son développement ; que les espèces vivantes s'«enchaînent» chronologiquement les unes aux autres, en obéissant à des lois générales précises ; que l'homme est également assujetti à ces lois, au même titre que l'ensemble des vivants, *la théorie de l'évolution* permet de réfuter ces postulats, issus d'une imagination naturellement féconde, voire intéressée, mais ne correspondant en rien à la réalité des faits.

«tout coule»

L'idée d'une *évolution* des êtres organisés, de leur *transformation* à partir d'une ou plusieurs souches communes, remonte à l'Antiquité grecque. Anaximandre de Milet (610-547) et Empédocle d'Agrigente (mort v. 490) avancèrent les premières interprétations «évolutionnistes» du monde. Mais c'est surtout Héraclite (v. 540-v. 480) qui exposa avec le plus de netteté, et par une géniale intuition, le principe du *mobilisme universel*. Ce principe constitue pour lui le «ferment de la nature». Il l'illustre par des exemples variés, empruntés à la vie quotidienne : *panta rhei* («tout coule»), «on ne peut descendre deux fois dans le même fleuve, ni toucher deux fois une substance périssable dans le même état». Quant à Théophraste d'Erésos, il constate les manifestations de la *lutte pour la vie* : «Les bons triomphent par le courage, les renards par la finesse, les cerfs par la fuite».

Oblitérées par l'obscurantisme scolastique du Moyen-Age, les idées évolutionnistes reprennent de la vigueur à l'époque de la Renaissance. Lucilio Vanini (1585-1619) émet l'idée d'une *dérivation* entre l'homme et le singe, dont il reconnaît les affinités, et voit dans l'univers l'effet sans cesse renouvelé d'une fortuite combinaison d'atomes. L'Inquisition le condamne pour athéisme, et le fait brûler vif à Toulouse.

Tombant à nouveau dans l'oubli, le transformisme ne réapparaîtra guère qu'au XVIIIème siècle, avec Buffon et Maupertuis. Il s'affirmera, nous le verrons, avec Lamarck, et s'épanouira avec Darwin, qui apportera, dans l'*Origin of Species* (1859), une première et véritable démonstration.

I LES ORIGINES DE LA VIE

L'évolution biologique doit être replacée dans le cadre de l'évolution pré-biologique. Les systèmes vivants que nous observons aujourd'hui ne sont, en effet, que l'*aboutissement* d'une succession de phénomènes biotiques de plus en plus complexes s'étant produits depuis l'*apparition de la vie*.

Ce problème a toujours préoccupé l'esprit des hommes. Au siècle dernier, diverses théories furent avancées dans une perspective scientifiques. Selon les partisans de la «panspermie», les premiers organismes seraient venues des espaces interstellaires, et auraient été ainsi «déposés» à la surface de notre planète. Mais cette hypothèse ne fait que repousser le problème, sans le résoudre. Nous savons d'ailleurs, aujourd'hui, que toute particule matérielle se trouve soumise dans l'«éther» à un certain nombre de radiations (les ultra-violets notamment), dont le pouvoir bactéricide est extrêmement puissant. Aucun germe connu ne peut leur résister.

D'autres chercheurs croyaient à la *génération spontanée*. Ils s'imaginaient que, sous certaines conditions, la vie pouvait *surgir* brutalement, à la façon des Anciens qui pensaient que les vers apparaissaient «spontanément» sur la viande en décomposition. Mais les travaux de Pasteur, sur la stérilisation des milieux de culture (en 1862), montrèrent qu'aucun organisme vivant n'apparaît dans un milieu *stérilisé*, à l'abri de toute contamination microbienne.

C'est pourtant cette théorie, apparemment réfutée par Pasteur, qui allait se trouver renouvelée au XXème siècle, sous une forme entièrement nouvelle, et cette fois raisonnée.

Les partisans de l'origine évolutive de la vie se trouvaient, vers 1900-20, devant une sorte de cercle vicieux. Il s'agissait de savoir comment les protéines et les acides nucléiques, éléments *constitutifs* des systèmes vivants, et *fabriqués par eux*, auraient pu apparaître.. en l'absence de tout système vivant.

On distingue dans le monde deux types d'organismes vivants : les *hétérotrophes*, animaux (humains compris) dont la particularité est de se nourrir d'éléments fournis par d'autres organismes ; et les végétaux *autotrophes*, qui se nourrissent de façon autonome, et sont capables de fabriquer leur propre nourriture en transformant l'énergie solaire en énergie chimique, par le moyen de la *photosynthèse*.

Le phénomène de la photosynthèse est maintenant bien connu. Les plantes vertes *chlorophylliennes* utilisent l'énergie solaire à leur profit. Absorbant le gaz carbonique de l'air, elles synthétisent à ses dépens toutes les substances organiques dont elles ont besoin. Puis les animaux hétérotrophes reçoivent à leur tour ces substances, soit en absorbant directement les végétaux autotrophes, soit en se nourrissant d'êtres herbivores. Enfin, l'ensemble des organismes rejettent de l'oxygène, qui est le gaz de la respiration et de la combustion.

La vie étant impossible sans oxygène, il s'avérait donc que l'oxygène, en retour, ne pouvait être produite que par des êtres vivants. Sans oxygène, pas de photosynthèse. Mais sans photosynthèse, pas d'oxygène. En d'autres termes, les systèmes vivants ne s'expliquaient que par les substances organiques, et les substances organiques par les systèmes vivants.

C'est cette contradiction, énoncée notamment par Lecomte du Noüy, qui formait ce qu'on a appelé le «verrou lecomtien».

Le savant russe A.I. Oparine observait au début du siècle : «Il était logique de penser que les êtres vivants se sont formés par l'évolution des substances organiques qui les composent. Mais si de telles substances ne peuvent se former dans les conditions naturelles que par le processus vital des organismes, nos déductions tombent involontairement dans un cercle vicieux qui semble sans issue. On comprend que de telles idées semblaient élever des difficultés insurmontables pour la solution du problème de l'origine de la vie» (*L'origine et l'évolution de la vie*. Ed. de Moscou, 1960).

Ce sont précisément des biologistes, le Russe Oparine et l'Américain Haldane, qui permirent au monde savant de sortir de l'impasse. Tous deux reprirent, sous une forme plus élaborée, l'hypothèse déjà avancée par Anaximandre de Millet, selon laquelle la vie serait issue de «la boue chauffée par le soleil». Ils supposèrent qu'au cours de son histoire, *l'atmosphère de la Terre avait changé*.

l'atmosphère primitive

L'astrophysique nous a appris que l'atmosphère de la plupart des planètes est *réductrice*, c'est-à-dire qu'elle est essentiellement formée de méthane, d'ammoniac, d'hydrogène et de vapeur d'eau. De ce fait, elle est *transparente* au rayonnement ultra-violet de grande énergie qui émane du soleil. Sur Terre, au contraire, l'atmosphère est *oxydante*, précisément parce qu'elle est *riche en oxygène*. Les rayons ultra-violets sont *arrêtés* par les 20 p. 100 d'oxygène de l'atmosphère, et par la couche d'ozone formant, à 30 km autour du globe, un «écran» supplémentaire.

En 1924, Oparine proposa d'admettre que l'atmosphère terrestre était à l'origine tout-à-fait différente de celle que nous connaissons maintenant.

«D'après Oparine, explique M. Steven Rose, l'atmosphère terrestre primitive, loin d'être riche en oxygène, a dû ressembler à celle des autres planètes et contenir d'importantes quantités d'hydrogène, de méthane (gaz des marais), d'ammoniac et de gaz carbonique. L'atmosphère actuelle aurait remplacé l'atmosphère primitive précisément à cause de ces nombreux millions d'années de la vie terrestre pendant lesquels le méthane et le gaz carbonique auraient été transformés en substances chimiques organiques ; l'oxygène

n'aurait été libérée qu'à la suite de la photosynthèse, finalement issue de l'évolution» (*La chimie de la vie.* Gauthier-Villars, 1971).

Notre planète s'est vraisemblablement formée à une température relativement basse, affirmait Oparine, par accumulation de corps solides froids dont la différence de constitution et de densité aurait déterminé une forte *hétérogénéité*. Celle-ci aurait entraîné, à son tour, un réchauffement progressif de la planète, principalement dû à la chaleur de désintégration des éléments radio-actifs, qui aurait provoqué une série de cataclysmes, d'éruptions volcaniques et de tempêtes. La plus grande partie des hydrocarbures se dégageant de la lithosphère se serait combinée à la surface de la Terre avec la vapeur d'eau, l'ammoniac, l'hydrogène sulfureux et autres gaz de l'atmosphère réductrice. Dans ces conditions, le rayonnement solaire ultra-violet, qui pénétrait alors *librement* dans l'atmosphère, aurait largement pu contribuer à de nouvelles combinaisons.

C'est alors, il y a environ trois milliards d'années, sur une Terre encore dépourvue d'atmosphère oxydante, que des réactions de synthèse provoquées par ce rayonnement énergétique auraient abouti à des substances *organiques* simples : que des molécules carbonées se seraient réunies en systèmes dont les propriétés thermodynamiques auraient été déjà celles de la vie.

«Nous pouvons nous représenter la Terre primitive, écrit M. Rose, comme une planète principalement constituée par de vastes océans chauds, contenant en solution différents sels provenant des rochers. Un certain nombre de composés organiques auraient commencé à s'y former et à se répandre, à l'état de solutions, sur toute l'étendue des océans» (op. cit.).

Ces substances simples se seraient progressivement combinées et différenciées, formant ainsi des édifices macromoléculaires susceptibles d'entrer *en échange* avec le milieu ambiant. «A un certain stade de développement, ajoute M. Rose, les acides nucléiques et les protéines ont dû surgir sous forme de molécules interdépendantes et capables de se synthétiser mutuellement, en donnant naissance ainsi aux précurseurs du complexe protéique ADN-ARN, responsable de nos jours du transfert génétique» (Ibid.). Ces échanges auraient finalement pris la forme des échanges caractéristiques de la vie : auto-renouvellement, auto-reproduction, auto-régulation.

une expérience décisive

En 1929, J.B.S. Haldane publia un article, devenu célèbre depuis, intitulé *The Origin of Life*. Il y affirmait que l'accumulation des matières organiques dans des lagunes primitives chauffées par le soleil, constituait un milieu favorable au développement des systèmes vivants.

Dès lors, sur le plan théorique du moins, le «verrou lecomtien» sautait. Il devenait possible d'envisager une source nutritionnelle pour les premiers organismes vivants, et l'intervention d'un nouvel élément dans l'enchaînement des causes et des effets. A l'hypothèse autotrophe (des organismes complexes apparaissant dans un environnement simple), Haldane et Oparine opposaient l'hypothèse hétérotrophe (apparition beaucoup plus probable d'organismes simples dans un milieu complexe).

Il restait à *prouver* le bien-fondé de l'hypothèse. C'est ce qui fut fait voici bientôt vingt ans.

Vers 1950, l'Américain Stanley Miller travaille à l'Université de Chicago sous la direction de Harold Urey, prix Nobel de chimie (1934), qui s'intéresse alors à la composition de l'enveloppe gazeuse de la Terre primitive. Il en arrive très vite aux conclusions déjà proposées par Oparine vingt-cinq ans plus tôt. En 1953, il procède à une expérience qu'on peut à juste titre qualifier d'historique. Ayant fait le vide dans un appareil, il y introduit un mélange de 26 p. 100 d'ammoniac, 26 p. 100 de méthane, 18 p. 100 d'hydrogène et 30 p. 100 de vapeur d'eau, correspondant à l'atmosphère primitive présumée. Il maintient le tout à 60° C, représentant la température de la Terre il y a plusieurs milliards d'années, et le soumet pendant une semaine à un «bombardement» de décharges électriques de 60 000 volts. Au terme de l'expérience, une multitude de composés organiques, notamment des acides aminés, spécifiques des protéines (1), ainsi que de l'aldéhyde formique, apparaissent *spontanément* dans le ballon.

En URSS, une équipe dirigée par T. Pavlovskaïa soumet au rayonnement ultra-violet (lumière à ondes courtes), une solution aqueuse comportant 1,5 p. 100 de chlorure d'ammonium et 2,5 p. 100 d'aldéhyde formique. Les résultats sont aussi spectaculaires qu'en milieu gazeux et des acides aminés sont synthétisés en quantité appréciable.

(1) Les protéines, ou substances albuminoïdes, sont les constituants les plus caractéristiques de la matière vivante. La chair de nos muscles est presque entièrement formée de protéines, ainsi que le blanc de l'œuf, la caséine du lait, etc. Les protéines se présentent comme des molécules géantes, où l'on discerne une hiérarchie de structures. La structure primaire consiste en un ou plusieurs «enchaînements polypeptidiques», dont le *pelotonnement* donne lieu aux structures d'un rang plus élevé. En outre, constituant l'essentiel des molécules enzymatiques, les protéines jouent un rôle de *catalyseur biologique*. Elles sont synthétisées directement par les acides nucléiques, le plus souvent par l'ADN.

Les mêmes chercheurs, soumettant à l'action de l'ultra-violet, un bouillon du type de ceux déjà obtenus dans les précédentes expériences, et comprenant donc des acides aminés et de l'aldéhyde formique, voient apparaître des bases azotées, notamment l'adénine, la guanine, et des sucres, comme le ribose et le désoxyribose, c'est-à-dire les bases et les sucres qui seront utilisés dans l'ADN (acide désoxyribonucléique) et dans l'ARN (acide ribonucléique) des cellules vivantes.

«Restait à savoir si sucre, phosphate et bases azotées étaient capables de s'enchaîner pour former un nucléotide, c'est-à-dire un élément complet de l'échelle spiralée de l'ADN et de l'ARN. Non seulement c'est ce qu'on est parvenu à réaliser en laboratoire, mais ce sont de véritables chaînes de nucléotides qui ont été synthétisées, toujours par radiation ultra-violette, à l'Institut Max-Planck de Berlin par le Dr. Schramm» (Louis Rougier. *Réponse à M. Claude Tresmontant*, in *Raison présente*, n° 3, mai-juillet 1967).

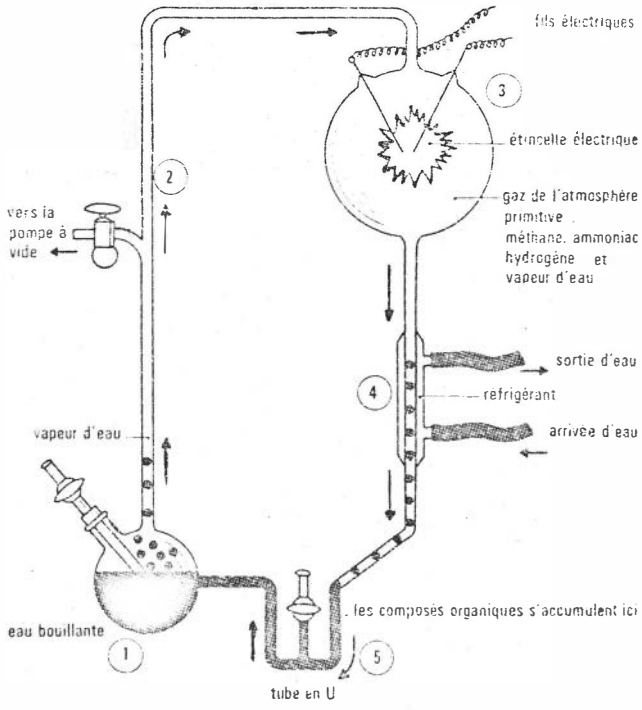
Toutes ces expériences sont évidemment d'une importance considérable. Elles montrent que la formation spontanée d'acides aminés dans des conditions reproduisant l'atmosphère primitive de la Terre supposée par Oparine, n'est pas seulement *possible*, mais *probable*. Le fait que, parmi les millions de composés a priori susceptibles de se former sous l'action des rayons ultra-violets, les seuls qui se forment *effectivement* et *régulièrement* soient les acides aminés, donne à penser que la vie n'est pas un phénomène si singulier que Lecomte du Noüy l'affirmait. De plus, le fait que, dès leur apparition, les substances organiques modifient leur environnement, et que les formes ayant pris le dessus, éliminent automatiquement les formes «à moins bon rendement», cadre parfaitement avec les lois de la sélection naturelle et de l'évolution. Miller et ses successeurs n'ont donc pas seulement vérifié la possibilité de «génération spontanée» des molécules organiques. Ils ont aussi ouvert la voie aux savants qui cherchaient à reconstituer expérimentalement les conditions de l'évolution pré-biologique.

voici quatre milliards et demi d'années

«La thèse d'A.I. Oparine, note M. Steven Rose, est encore la plus satisfaisante aujourd'hui, tout au moins dans ses grandes lignes» (op. cit.). Il s'avère donc nécessaire d'étudier plus en détail les différents facteurs ayant contribué à l'apparition des premières molécules organiques. Mais il faut, pour cela, remonter aux origines de la Terre et du système solaire.

Nous savons que le soleil est l'une des quelque cent milliards d'étoiles de la Voie Lactée, et qu'il s'est probablement constitué il y a cinq milliards d'années. Sa formation, estiment la plupart des astrophysiciens, s'est effectuée au sein d'un nuage interstellaire composé de gaz et de poussières cosmiques. A un moment donné, la force de gravité s'exerçant à l'intérieur de ce nuage aurait provoqué sa transformation en un disque plat et, du même coup, sa rotation.

L'APPAREIL DE STANLEY L. MILLER



Le vide est fait dans l'appareil. Miller y introduit du méthane, de l'ammoniac et de l'hydrogène. L'eau du petit ballon est portée à ébullition (1). Il y a production de chaleur et de vapeur d'eau ; les gaz sont forcés de circuler dans le sens des flèches («atmosphère primitive») (2). Le mélange passe dans un grand ballon, où éclate pendant une semaine une étincelle produite par des décharges électriques à 60 000 volts (les «éclairs») (3). La vapeur d'eau est refroidie et se condense dans un réfrigérant («pluies») (4). Les composés formés se rassemblent dans la partie du tube en forme de U («océans») (5).

(D'après J. de Rosnay. Les origines de la vie. Seuil, éd. Paris, 1966).

LE VOCABULAIRE DE LA QUESTION

ACIDE AMINE. Composé azoté simple, dont les associations forment les *protéines*. Du point de vue chimique, les acides aminés possèdent tous une extrémité alcaline ($-NH_2$) et une extrémité acide (-COOH). Vingt acides aminés différents participent à la constitution des protéines. Le plus simple est le glycocolle (ou glycine), dont la formule est : NH_2 -CH_2 -COOH.

ACIDE NUCLEIQUE. Les acides nucléiques sont des associations de nucléotides, lesquels sont eux-mêmes composés de trois groupes de substances : des bases organiques, un sucre (plus précisément un *pentose*) et un groupement phosphate. Ce sont, avec les *protéines*, les composants essentiels de la matière vivante. Ils comprennent les *ADN* et les *ARN*.

ADN (ACIDE DESOXYRIBONUCLEIQUE). Acide nucléique constituant le support de l'hérédité dans tous les organismes (à l'exception de quelques virus). L'ADN peut se répliquer, c'est-à-dire produire plusieurs molécules identiques à partir d'une seule. Ce phénomène constitue la base des processus de la reproduction (multiplication) et de l'hérédité (invariance dans le temps). D'autre part, l'ADN sert de moule pour la synthèse des *protéines*, en sorte que les structures organiques lui doivent leur spécificité.

ARN (ACIDE RIBONUCLEIQUE). Les ARN sont des acides nucléiques jouant un rôle intermédiaire entre l'*ADN* et les *protéines*, lors de la synthèse de celles-ci. Ils constituent le support de l'hérédité chez quelques virus ne possédant pas d'ADN. On distingue l'*ARN messager*, qui est une «copie» de l'un des brins de la double hélice de l'ADN, l'*ARN de transfert*, et les *ARN ribosomaux*.

ALLELE. Les allèles sont des *gènes* qui occupent le même *locus*, c'est-à-dire le même *site sur le chromosome*. Exemple : la couleur des yeux chez l'homme est déterminée par un allèle donnant la couleur bleue, et un allèle donnant les couleurs brunes. Les *cellules* des organismes évolués comprennent chacune deux allèles pour chaque locus, à l'exception des *gamètes* ou cellules sexuelles.

AUTOTROPHIE. Capacité qu'ont certains organismes d'utiliser des sources d'énergie autres que celles puisées directement dans les substances organiques. Les végétaux qui pratiquent la *photosynthèse* utilisent l'énergie lumineuse et sont autotrophes. Antonyme : *hétérotrophie*.

BACTERIE. Microbes unicellulaires constituant les organismes vivants les plus simples (cf. *virus*). Taux de mutation spontanée chez la bactérie : de 1 p. 100 000 à 1 p. 100 000 000.

CATALYSEUR. Substance capable d'accélérer une réaction chimique sans entrer dans la composition du produit obtenu. Les *enzymes* sont des catalyseurs biologiques.

CELLULE. Unité première de la matière vivante. La cellule est le plus petit organisme pouvant se reproduire isolément. Les organismes évolués sont faits de plusieurs millions de cellules. La cellule comprend toujours une membrane, qui l'isole du milieu extérieur, une masse fondamentale (le cytoplasme), et de l'ADN, que l'on trouve (chez tous les organismes, à l'exception des *bactéries*) sous forme de *chromosomes* dans un noyau.

CHROMOSOME. Organites autoreproductibles présents dans le noyau des *cellules*, chez les animaux et les végétaux. Les chromosomes contiennent de l'*ADN* et portent les *gènes*. Ils sont le support de l'hérédité.

CODE GENETIQUE. Ensemble de règles strictes assurant le passage de l'information génétique, depuis l'*ADN* jusqu'aux *protéines*, lesquelles déterminent les caractères de l'individu. L'ADN et l'ARN sont formés de quatre types de nucléotides, tandis que les protéines sont constituées de vingt types différents d'*acides aminés*. Dans le code génétique, à chaque groupe ordonné de trois nucléotides, correspond un acide aminé.

DERIVE GENETIQUE. Variation erratique de la fréquence des gènes, due à l'effet du hasard. La dérive génétique influence surtout l'évolution des populations de faible effectif, où elle peut contribuer à la disparition d'un gène.

DIPLOIDE. Les *cellules* diploïdes sont celles qui contiennent deux stocks de *chromosomes* identiques, et donc deux gènes pour chaque *locus*. Elles constituent le *soma* des organismes évolués, les cellules haploïdes constituant le *germen*.

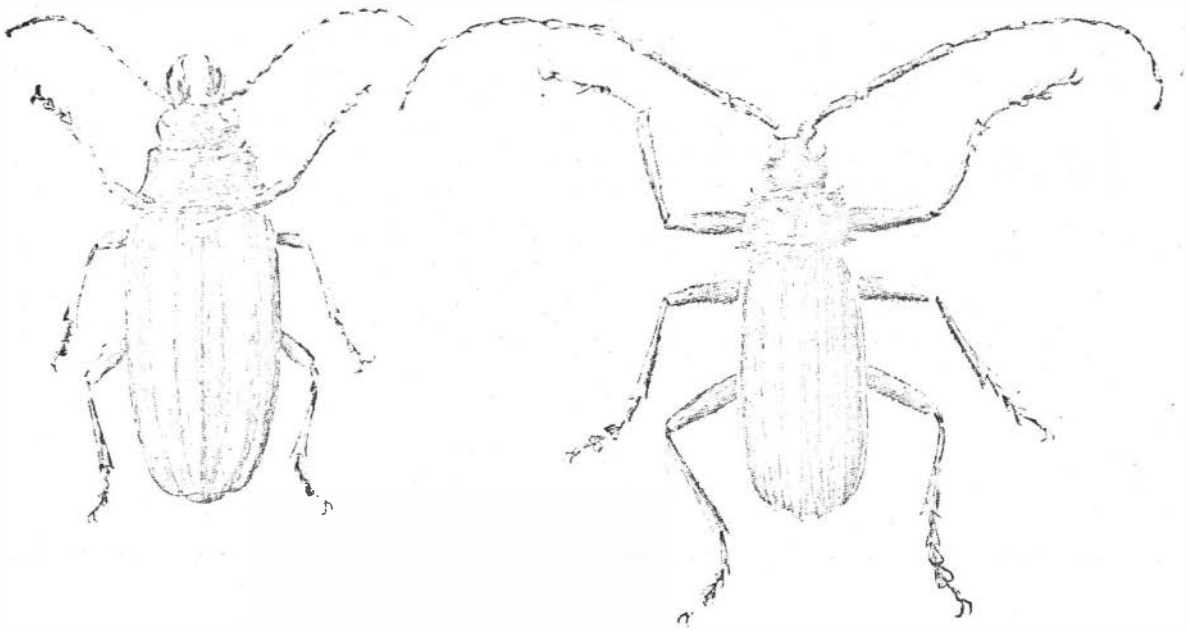
DOGME CENTRAL DE LA BIOLOGIE. Théorie, jamais infirmée à ce jour, selon laquelle l'information contenue dans les *acides nucléiques* est transmise aux *protéines*, sans que l'inverse puisse être possible. D'abord formulée par Francis Crick, cette affirmation est devenue l'une des bases de la biologie moderne. Elle exclut toute possibilité d'une *hérédité des caractères acquis*.

ENZYME. Catalyseur biologique principalement constitué par des *protéines*. Les enzymes ont une action spécifique sur les divers composants de l'organisme.

L'intensité du rayonnement solaire est d'origine thermo-nucléaire, le processus étant assez voisin de la réaction explosive d'une bombe H. Cette fusion nucléaire (des atomes d'hydrogène en atomes d'hélium) s'effectue, heureusement pour nous, à un rythme assez lent. Les savants ne prévoient l'«agonie» du soleil que dans cinq milliards d'années. A cette date, le soleil se refroidira et disparaîtra dans l'espace, après une augmentation de son volume et une accélération de sa combustion, qui amènera la température terrestre à 540° C et détruira toute forme de vie.

L'apparition relativement précoce de la vie sur Terre, il y a trois milliards ou trois milliards et demi d'années (2), laisse supposer que le globe terrestre s'est formé par condensation d'un nuage gazeux froid, voici quatre milliards et demi d'années, le réchauffement interne étant, comme nous l'avons indiqué, un phénomène secondaire dû à la non-homogénéité des matériaux constitutifs et à la décomposition de corps radio-actifs, comme le potassium réactif et l'uranium.

Il semble que la Terre, comme peut-être l'ensemble de l'Univers, soit *en expansion*. Le rayon de la Terre s'accroît ainsi d'un demi-millimètre par an, la vitesse de rotation augmentant, elle, de l'ordre d'une milli-seconde par siècle. D'après les géologues, la croûte terrestre aurait à l'origine formé un unique continent, dont le volume n'aurait représenté que la moitié de la Terre actuelle. Du fait de l'expansion du globe terrestre, cette croûte se serait brisée et fragmentée. Les continents seraient alors partis «à la dérive» en s'écartant les uns des autres. Cette théorie, dite de la «dérive des continents», proposée dès 1912 par Alfred Wegener (1880-1930), semble maintenant confirmée. La récente découverte, dans l'Antarctique, d'un animal fossile d'un type semblable à ceux que l'on a retrouvés en Afrique du Sud et en Australie, va en effet en ce sens (3).



Toute réaction chimique nécessite une *source d'énergie*. Dans le cas qui nous intéresse, cette énergie est fournie par le *soleil*, lequel produit un rayonnement intense, comprenant notamment des rayons ultra-violets à forte puissance énergétique, dont on sait depuis les expériences de Berthelot qu'ils sont un puissant agent de synthèses organiques. Mais il est probable que le soleil n'a pas été la seule source d'énergie impliquée dans la formation des molécules primitives. Les radiations *ionisantes*, émises par le rayonnement cosmique, les décharges *électriques* des éclairs qui déchirent l'atmosphère, les *gaz* extrêmement chauds crachés par les volcans, entrent aussi en ligne de compte. Toutes ces sources d'énergie

---

(2) Les sédiments de la série d'Onverwacht, en Afrique du sud, ont révélé des composés carbonés estimés à trois milliards et demi d'années.

(3) A ce sujet : Alfred Wegener. *La genèse des continents et des océans. Théorie des translations continentales*. Nizet & Bastard, 1937 ; D.H. & M.P. Tarling. *Continental Drift. A Study of the Earth's Moving Surface*. G. Bell & Sons, éd. London, 1971 ; Zdenek Kopal. *Man and His Universe*. Rupert Hart-Davis, éd. London, 1972 ; Raymond Furon. *Introduction à l'histoire de la Terre*. Vuibert, 1970 ; Jacques Vernin. *Les continents à la dérive*, in *Nouvelle Ecole* (n° 5), octobre-novembre 1968, pp. 61-64.

LE VOCABULAIRE *(suite)*

GAMETE. Synonyme de *cellules sexuelles* : spermatozoïde pour le sexe masculin, ovule pour le sexe féminin. Les gamètes sont *haploïdes.*

GENE. Elément autoreproductible porté par les *chromosomes*, et transmissible de cellule en cellule lors des phénomènes de reproduction et de développement. Un gène porte l'information pour un caractère organique donné : il est le vecteur de l'hérédité pour ce caractère. Les gènes peuvent prendre plusieurs formes alléliques (cf. *allèle, hétérozygote, homozygote*).

GENETIQUE. Science de l'hérédité. On distingue la génétique *formelle*, qui étudie les lois de l'hérédité à partir d'expériences de croisement ; la génétique *moléculaire*, qui étudie la structure biochimique du matériel génétique et de ses produits ; et la *génétique des populations*, qui étudie les ensembles génétiques et leur dynamisme.

GENOME. Ensemble des *chromosomes* provenant de l'un des deux parents. Un gamète contient un génome. Tout individu possède deux génomes.

GENOTYPE. Patrimoine héréditaire d'un individu, comprenant l'ensemble de ses *gènes*. Le génotype ne se manifeste pas toujours tel qu'il est effectivement, mais prend l'apparence du *phénotype.*

GERMEN. Ensemble des *cellules* reproductrices de l'individu. Weismann a établi une distinction radicale entre le germen et le *soma*, distinction toujours valable aujourd'hui.

HAPLOIDE. Une cellule haploïde est une cellule ne possédant qu'un seul *génome* (c'est-à-dire un seul lot de *chromosomes*), donc un seul *allèle* pour chaque *locus*. Dans les organismes évolués, seules les cellules sexuelles sont haploïdes : les autres sont *diploïdes.*

HETEROTROPHIE. Propriété des organismes qui puisent leur énergie uniquement dans les substances organiques. Les animaux sont toujours hétérotrophes. Antonyme : *autotrophie.*

HETEROZYGOTE. Dans une *cellule diploïde*, chaque *gène* figure en deux exemplaires (deux *allèles*). Quand ceux-ci sont différents, la cellule est dite hétérozygote, c'est-à-dire «impure» pour le caractère considéré. Exemple : un allèle «yeux bruns» et un allèle «yeux bleus» au sein d'une même cellule (qui sera donc hétérozygote pour le caractère «couleur des yeux»). Si l'un des allèles l'emporte (les yeux bruns dans le cas précité), on dit qu'il est *dominant*, et que l'autre est *récessif.* Lorsqu'il n'y a ni dominance, ni récessivité, on obtient un nouveau *phénotype* propre à l'hétérozygote.

HOMOZYGOTE. Une *cellule diploïde* est dite homozygote pour un caractère donné quand elle comporte deux *allèles* identiques, situés au même *locus*. Une race «pure», si elle existait, serait faite d'individus possédant uniquement des *gènes* à l'état homozygote.

LOCUS. Pour chaque *gène*, le locus correspond à son emplacement physique sur le *chromosome*. Les «cartes génétiques» permettent de situer les différents locus les uns par rapport aux autres.

MACROMOLECULE. Molécule géante. Les macromolécules participent d'une façon essentielle à l'élaboration des complexes spécifiques de l'organisme, notamment sous la forme de *protéines* et d'*acides nucléiques.*

PHOTOSYNTHESE. Phénomène permettant aux organismes *autotrophes* de se procurer de l'énergie aux dépens de l'énergie solaire. Les végétaux possédant de la chlorophylle sont seuls à réaliser la photosynthèse.

PHENOTYPE. Manifestation visible du *génotype*, dont il peut différer pour des causes génétiques (chez les hétérozygotes) ou des causes environnementales.

POPULATION. En génétique des populations : synonyme de *pool génétique.* La population constitue une communauté au sein de laquelle les *gènes* se partagent et se répartissent, de génération en génération, entre les individus. Les populations se distinguent les unes des autres par la fréquence de leurs différents gènes.

PROTEINE. Composé organique participant de manière fondamentale à la structure et au fonctionnement des êtres vivants. Les principales protéines sont les *enzymes*, qui catalysent les synthèses biologiques. Les protéines sont directement synthétisées à partir des *acides nucléiques*, grâce au *code génétique.*

SOMA. Terme désignant l'ensemble de l'organisme, à l'exception des *gamètes.* Le *soma* est distinct du *germen*, et peut avoir ses caractéristiques propres, du fait des mutations somatiques ou des variations dues au milieu (mais il ne peut les transmettre).

VIRUS. Organisme intermédiaire entre les êtres vivants et les composés minéraux. Les virus possèdent un seul filament d'*acide nucléique (ADN* ou *ARN)*, ainsi qu'une protéine qui l'enveloppe. La reproduction et le développement nécessitant l'ADN et l'ARN à la fois, il ne peut se développer par ses propres moyens. Il lui faut infecter une *cellule.* Les virus qui infectent les *bactéries* sont des bactériophages. Ceux qui infectent les organismes supérieurs (avec formation de cancer) sont des virus oncogènes.

ont probablement agi en même temps, sur différents champs d'action, en même temps que la vapeur d'eau se condensait dans les zones supérieures plus froides de l'atmosphère, et retombait en pluie.

Du fait de sa taille et de sa masse, la Terre possède un *champ de gravitation* suffisamment important pour attirer et concentrer les molécules gazeuses qui, autrement, se seraient dispersées dans l'espace. Mais d'où venaient ces molécules ? A la fois, semble-t-il, du proto-soleil et de l'intérieur même de la Terre primitive.

Le soleil, comme toutes les étoiles, possède une atmosphère stellaire, composée d'*hydrogène*, d'*oxygène*, de *carbone* et d'*azote*. Or, on a pu montrer récemment que, dans un milieu riche en hydrogène et à une température extrêmement basse, le carbone, l'azote et l'oxygène ne peuvent exister à l'état libre, et se trouvent *sous leur forme hydrogénée*. Par suite de ces liaisons, on peut obtenir le méthane CH4, l'ammoniac NH3 et la vapeur d'eau H20. Ces trois molécules à grande stabilité sont justement les trois gaz qu'avait sélectionnés Miller pour les introduire dans son ballon.

Ces mêmes gaz ont également pu s'échapper de la gangue rocheuse de la Terre. «En effet, lors de la fusion des matériaux qui constituaient la Terre, les composés volatils (c'est-à-dire à point d'ébullition bas), qui leur étaient jusque là chimiquement liés, s'infiltrèrent vers la surface par l'intermédiaire des fissures du sol ou des volcans, se dégagèrent dans l'espace environnant, et restèrent prisonniers de l'attraction terrestre» (Joël de Rosnay, *L'origine de la vie*. Seuil, 1966).

C'est en *réagissant* sur ces gaz, «ancêtres» de la matière organique, que les radiations solaires ont pu *rompre* les liens (4) qui attachent les atomes d'hydrogène au carbone du méthane, à l'azote de l'ammoniac ou à l'oxygène de l'eau, et permettre ainsi des *recombinaisons* moléculaires plus complexes. Celles-ci, en tombant à la surface du globe, ont survécu et se sont accumulées dans les zones abritées des ultra-violets, en même temps qu'elles continuaient à *réagir* les unes sur les autres.

deux molécules simples

Encouragés par la spectaculaire réussite de Miller, les chercheurs se sont engagés sur la voie qu'il avait ouverte, en faisant varier les techniques et en tenant compte des plus récents acquis de l'astrophysique.

En 1960, le Dr. Oro chauffe, pendant vingt-quatre heures, un mélange d'ammoniac et d'acide cyanhydrique à 90° C. Il obtient ainsi de l'*adénine*, composé essentiel des acides nucléiques et de l'ATP (adénosine triphosphate, combustible universel de la vie). Un an plus tard, le professeur Melvin Calvin reprend les expériences de Miller, mais fait appel au rayonnement ionisant émis par un cyclotron. Des sucres, de l'urée, des acides gras et des acides aminés apparaissent aussitôt dans le ballon. En 1963, le Dr. Cyril Ponnamperuma irradie pendant une heure, dans le cyclotron de Berkeley (Etats-Unis), un mélange reproduisant l'atmosphère primitive, et obtient également de l'adénine. De son côté, le professeur Sidney Fox porte à 1 000° C le même mélange de méthane, d'ammoniac et de vapeur d'eau, et parvient ainsi à synthétiser la quasi-totalité des acides aminés contenus dans les protéines de petite dimension.

Plus les expériences se répétaient, et plus il apparaissait que les premiers composés organiques se formant dans le mélange primitif, étaient deux molécules simples : l'acide cyanhydrique et le formaldéhyde. On peut donc supposer qu'en raison de la simplicité de leur molécule, et de leur grande réactivité, ces composés se sont formés en grande quantité dans l'atmosphère primitive de la Terre.

Afin d'étayer cette hypothèse, le Dr. Ponnamperuma a soumis une solution d'acide cyanhydrique et d'eau à l'action des rayons ultra-violets. Il a ainsi obtenu de l'adénine et de la guanine, qui sont (avec la cytosine et la thymine) deux des quatre bases azotées de l'ADN. Ayant répété l'opération en 1963, en compagnie du Dr. Oro, mais en utilisant du formaldéhyde, il a vu se former dans le ballon du *ribose* et du *désoxyribose*, sucres à cinq atomes de carbone rentrant tous deux dans la composition de l'ADN et de l'ATP.

des catalyseurs minéraux

Les seules molécules apparues en quantités appréciables au cours de ces expériences étant celles de la vie, on peut considérer que la probabilité pour que des acides aminés se soient formés dans les conditions d'atmosphère primitive supposées par Oparine, sont extrêmement élevées. Mais, pour se stabiliser et se complexifier, les molécules organiques ont dû avoir le temps nécessaire pour *réagir* les unes sur les autres, et «jeter les bases» de l'évolution biologique. Différents facteurs semblent avoir favorisé leur survie. D'une part, l'existence de lagunes aux eaux peu profondes et de crevasses dans le sol a permis aux composés organiques de s'accumuler sans être détruits par les ultra-violets. D'autre part, l'absence d'oxygène dans

(4) «On sait que les liens électroniques, qui attachent les atomes les uns aux autres dans une molécule, renferment de l'énergie ; cette énergie est libérée, par exemple, lors des réactions de la combustion. Toute la chimie organique est fondée sur la possibilité d'ouverture ou de fermeture de ces liaisons entre atomes ; ce qui permet l'accrochage de morceaux de molécules et la fabrication d'une variété prodigieuse de corps organiques. Or, l'ouverture ou la fermeture de liaisons chimiques est essentiellement une question d'énergie» (Joël de Rosnay, op. cit.).

l'atmosphère a empêché leur élimination par oxydation à l'air. Enfin, il faut tenir compte de l'absence de tout être vivant susceptible de prédation, comme le seraient aujourd'hui les bactéries.

L'apparition «spontanée» des acides aminés ne va pas sans poser quelques problèmes. On sait, par exemple, que les molécules géantes (ou macromolécules) de protéines, que l'on retrouve partout dans les organismes vivants, sont constituées par de longues chaînes d'acides aminés. Comment ces *chaînes* ont-elles donc pu se former ?

Nous savons que de nombreuses molécules primitives, au lieu d'être détruites par les ultra-violets, ont été protégées par les anfractuosités ou par l'eau des lagunes. On peut également supposer qu'aux mêmes endroits affleuraient d'immenses couches de *minerais* susceptibles de provoquer certaines réactions chimiques. En effet, certaines surfaces minérales, certains ions, ont la propriété de *fixer* les molécules organiques, et de les disposer dans un ordre qui facilite le déclenchement des réactions chimiques d'accrochage. Il est donc probable que la première phase de l'évolution moléculaire a été produite par des *catalyseurs minéraux*. Il est même possible que l'*asymétrie moléculaire* caractéristique des êtres vivants soit due à l'action catalytique des argiles et des quartz (5).

Le professeur Fox a voulu démontrer que l'enchaînement des acides aminés a pu s'effectuer dans les conditions précitées. Il a donc «recréé» un *milieu* analogue à celui de la croûte terrestre primitive, en plaçant pendant plusieurs heures un mélange sec de dix-huit acides aminés différents sur un morceau de lave chauffée à 170 ° C. Il a constaté, après ce traitement, que les acides aminés s'unissaient effectivement en *chaînes* pour donner des *proténoïdes* (ou protéines non biologiques, formées chacune de plusieurs centaines de molécules soudées les unes aux autres). L'analyse de ces proténoïdes, a-t-il remarqué, fait apparaître un certain *ordre* dans la répartition des acides aminés, et montre qu'ils possèdent une faible activité catalytique.

Les réactions chimiques s'étant produites dans la «soupe primitive» ont donc pu être accélérées par des catalyseurs provenant du milieu ambiant. Mais l'intervention d'un agent extérieur n'a pas toujours été nécessaire. C'est pourquoi l'on parle aussi d'*auto-catalyseurs*.

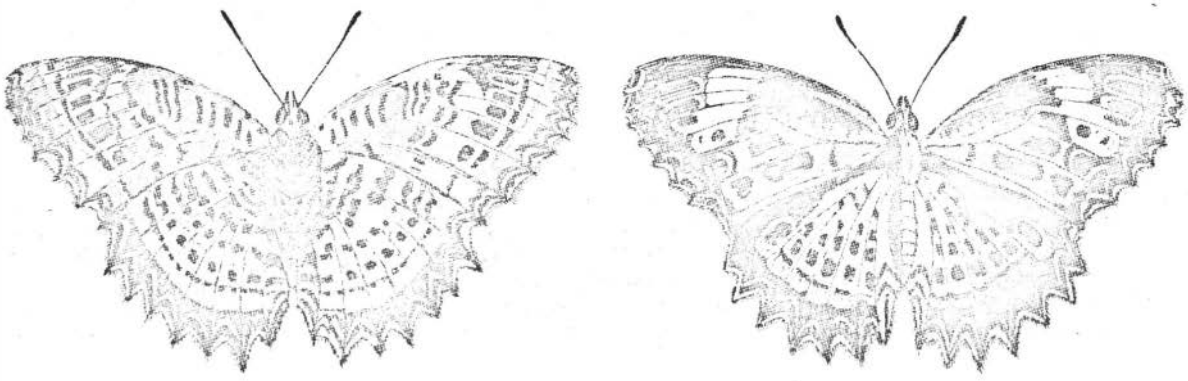
en laboratoire

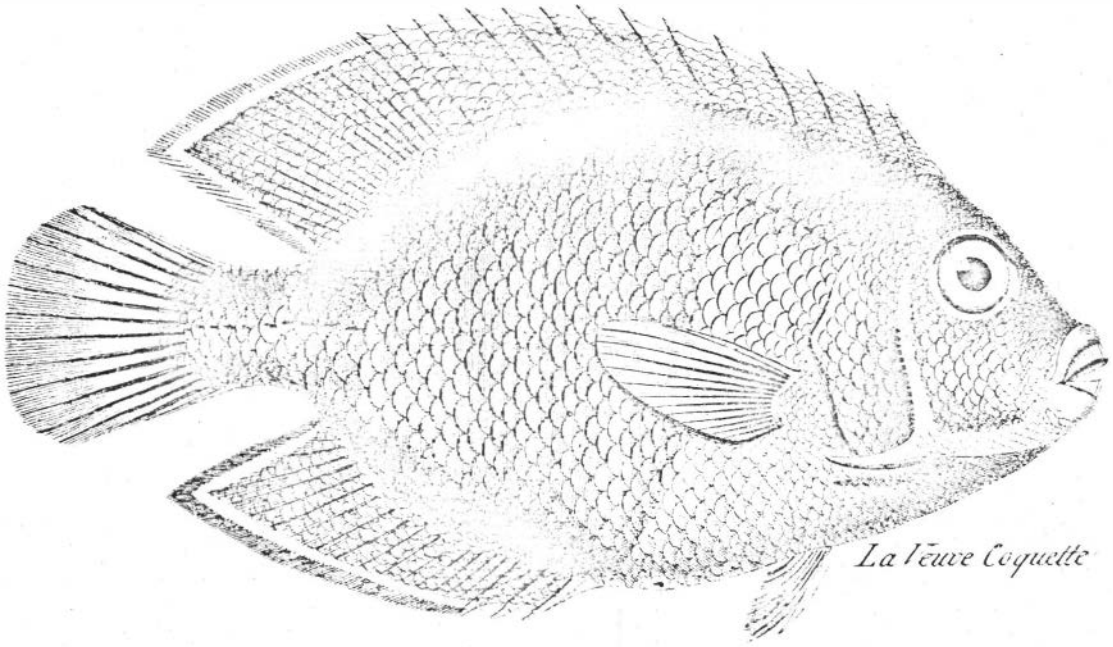
Oparine et d'autres chercheurs ont fait valoir que, dès ce stade de l'évolution prébiologique, la sélection naturelle intervient. Elle favorise les combinaisons chimiques les mieux *adaptées*, non seulement à la survie, mais surtout à la reproduction, ce qui est évidemment le cas des composés doués d'*auto-catalyse*. La synthèse des porphyrines avec un atome de fer au centre est, par exemple, un cas typique d'auto-catalyse ayant pu se produire dans des conditions pré-biologiques. Ainsi, selon l'expression de Joël de Rosnay, «la nature a inventé la reproduction avant les êtres vivants».

L'hypothèse d'une synthèse pré-biologique de la porphyrine a d'ailleurs été récemment confirmée par les chercheurs de la NASA. Les Drs. Hodgson et Ponnamperuma sont en effet parvenus à réaliser cette synthèse en laboratoire, à partir d'un mélange d'ammoniac, de méthane et de vapeur d'eau, traversé par un arc électrique. On comprend mieux l'intérêt d'une telle réussite lorsqu'on sait qu'un noyau de porphyrine associé à un atome de magnésium constitue le groupement prosthétique caractéristique de la chlorophylle (6).

(5) «L'asymétrie moléculaire, base de la vie, aurait été conditionnée par l'existence préalable de l'asymétrie du réseau cristallin, et ceci est bien en harmonie avec l'évolution biologique» (Dauvillier).

(6) Des porphyrines ont également été découvertes dans les échantillons lunaires ramenés par Apollo 13. Il est très probable qu'elles ont été produites sous l'action de la chaleur exercée sur certains composants du combustible de cette fusée. Le fait n'est en pas moins intéressant.





La plupart des composés d'intérêt biologique fondamental existant dans la matière vivante à l'état libre (micromoléculaire) ou à l'état condensé (macromoléculaires), ont maintenant été synthétisés expérimentalement. Un fossé, cependant, sépare encore les macromolécules des premières *cellules vivantes*.

Oparine et Sidney Fox se sont attaqués à ce problème, qui compte parmi les plus importants du processus d'évolution moléculaire. Tous deux, dans l'optique qui leur est propre, font intervenir des *microgouttes*, que Fox dénomme «microsphères», et Oparine «coacervats».

une galaxie de microsphères

Selon le Dr. Fox, les chances de formation spontanée des macromolécules ont dû être particulièrement élevées sur les terres chaudes avoisinant les volcans. Dans ces régions, la terre aurait en effet constitué une sorte de «cornue», dans laquelle des molécules organiques auraient pu apparaître avant d'être entraînées jusqu'à la mer par des averses. Il en aurait résulté d'importantes conséquences au niveau des acides aminés élémentaires.

Ayant rapporté des morceaux de lave à une laborantine, Fox y plaça donc des acides aminés, toujours reconstitués à partir de l'ammoniac, du méthane et de la vapeur d'eau. Puis, ayant procédé à une stérilisation générale, il laissa durant quelques heures ce mélange dans un four de verre chauffé à 170° C (température constatée sur un cône volcanique à dix cm de profondeur). Après refroidissement, un résidu brunâtre et visqueux adhérait à la lave. L'ayant arrosé d'eau distillée, Fox obtint un liquide brun, à consistance de bouillon. Cette mixture peu appétissante était en réalité extraordinaire : on pouvait y voir, au microscope, toute une galaxie de sphères en mouvements. Les acides aminés s'étaient d'abord combinés pour former des protéinoïdes, lesquels s'étaient à leur tour associés pour donner naissance à des petites sphères. Ce sont elles que Fox baptisa du nom de *microsphères*.

Les microsphères ne sont pas encore de véritables cellules : elles ne contiennent pas d'ADN, et sont plus *simples* que n'importe quelle forme de vie. Elles n'en possèdent pas moins de nombreuses propriétés de la cellule. Leur taille (environ deux microns) et leur aspect rappellent étrangement certaines bactéries sphériques du type *cocci*. Elles se regroupent en chaînes à la manière de l'algue bleue unicellulaire. De plus, elle sont *stables* et se colorent de la même façon que les protéines des cellules actuelles, ce qui constitue un test capital du point de vue chimique. Enfin, d'après Fox, on pourrait y déceler une sorte de *courant* intérieur entraînant la substance contenue dans le globule.

Une autre caractéristique essentielle des microsphères est l'existence d'une double membrane, que l'on distingue très facilement sur les coupes au microscope électronique. Or, cette double couche protéique est un trait commun à l'ensemble des cellules vivantes.

Les expériences de Fox ont ainsi révélé deux faits inattendus : «la capacité d'*auto-organisation* des protéinoïdes, et la *rapidité* avec laquelle il est possible de passer des acides aminés aux protéinoïdes (quelques heures) et des protéinoïdes aux microsphères (quelques minutes). D'immenses quantités de globules protéiques ont donc pu se constituer *dès la formation de notre planète*, et dans des conditions de l'évolution géo-chimique qui furent, par la suite, irréversiblement modifiées» (Joël de Rosnay. op. cit.).

les «coacervats»

Oparine, quant à lui, a obtenu ses *coacervats* par simple synthèse des éléments qui s'y trouvaient contenus. La préparation de ces microgouttes est très facile. Il suffit de dissoudre «dans l'eau une protéine (comme la gélatine ou l'albumine) et de la gomme arabique. Si l'on ajoute un peu d'acide, le liquide se trouble ; des milliers de gouttelettes, visibles au microscope ordinaire, apparaissent : ce sont les coacervats. Leur formation est probablement due à l'existence de charges électriques portées par les macromolécules. Ces charges attirent des molécules d'eau. Ces molécules forment à leur tour une «peau» capable d'isoler les agrégats du milieu» (Ibid.).

Les coacervats, dont la taille varie entre deux microns et un demi-millimètre environ, représentent des formations intermédiaires entre les colloïdes et les solutés. Ce sont des «boulettes» qui associent des polymères, des sels et des composés organiques de faible poids moléculaire. La *coacervation* serait la propriété consistant en la séparation, au sein d'une solution colloïdale, de particules liées au milieu de dispersion, et qui s'agglomèrent entre elles. Pour Oparine, l'évolution proprement dite commencerait dès la formation des coacervats.

Un certain nombre d'enseignements doivent être tirés des travaux d'Oparine et de Fox. Et tout d'abord le fait que les microgouttes correspondent : 1) à des *individualités* distinctes du milieu environnant, alors que précédemment les matières organiques étaient fondues dans celles du milieu ; 2) à la formation d'un *milieu intérieur*, où se produisent dorénavant des réactions chimiques distinctes de celles de l'environnement ; 3) à une possibilité de plus grande *différenciation*, c'est-à-dire à une chance supérieure de *durer*, d'*évoluer* ou de *disparaître*.

les premiers hétérotrophes

Il ne nous reste plus qu'à étudier les dernières étapes de l'évolution pré-biologique : le passage des microgouttes (coacervats ou microsphères) aux *organismes* primitifs proprement dits. Nous nous référerons, sur ce point, aux hypothèses avancées par Oparine et aux confirmations expérimentales qu'elles ont déjà reçues.

Les microsphères sont très stables. «On peut les chauffer, les centrifuger, les découper en fines lamelles. Elles conservent leur forme pendant des semaines et, sans doute, indéfiniment. De plus, les microsphères réagissent différemment suivant les conditions physiques ou chimiques du milieu. Lorsqu'on les agite, elles se fragmentent en gouttelettes plus petites, comme de l'huile en émulsion dans l'eau. On peut donc penser, avec Oparine, que sous l'influence de *causes externes*, comme le vent, les vagues de l'océan, ou des frottements de toutes sortes, le nombre de microgouttes statiques, mais très stables, augmentait sans cesse» (Joël de Rosnay, op. cit.).

La stabilité des microgouttes va très vite être altérée par des composés chimiques, qui vont traverser leur membrane en modifiant leur composition interne. Ainsi vont s'amorcer les réactions d'osmose et les réactions chimiques propres aux cellules vivantes. Les microgouttes, dès ce moment là, peuvent être considérées comme les *premiers hétérotrophes*.

La règle fondamentale des premiers hétérotrophes est énoncée par Oparine : seules les microgouttes qui possèdent les réactions chimiques internes et l'organisation moléculaire favorables à leur survie, sont assurées, dans les conditions du milieu primitif, d'une existence plus ou moins longue. Ces systèmes simples, en effet, ne possèdent pas encore de *continuité génétique*. Il ne se forme pas chez eux de lignée ; une compétition passive se crée dans un environnement ne contenant que des réserves nutritives limitées. Au fur et à mesure que se complexifient les microgouttes, la quantité d'énergie nécessaire à leur survie devient donc de plus en plus grande.

Voyons maintenant comment vont s'amorcer les systèmes qui permettront aux premiers organismes vivants de contrôler les processus énergétiques fondamentaux de *fermentation*, de *photosynthèse* et de *respiration*.

comment circule l'énergie

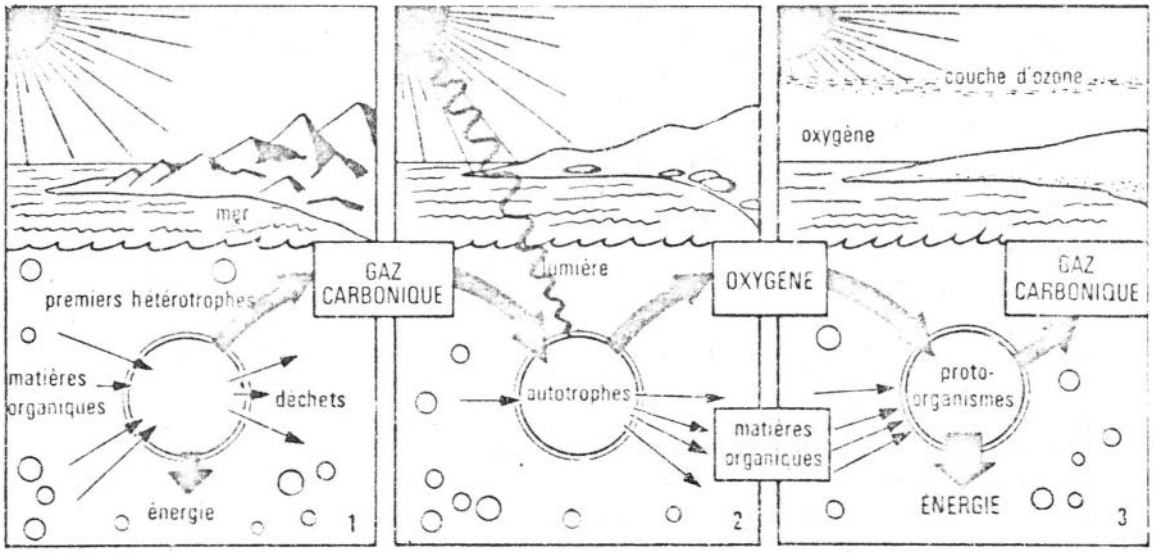
L'une des premières réactions énergétiques vitales fut celle de la *fermentation* (grâce à laquelle on fabrique le vin, le cidre, la bière, etc.). Le mécanisme est le suivant. La molécule de glucose, qui devait être abondante dans le milieu primitif, est activée par l'ATP situé dans les mitochondries du cytoplasme cellulaire, qui la transforme en glucose-phosphate. Au cours de ce processus, l'ATP cède son énergie et se transforme en ADP (adénosine-biphosphate). La fermentation, ou combustion lente du glucose en l'absence d'oxygène, consiste à *recharger l'ADP en ATP*. Elle peut donc s'effectuer en dehors de la présence de tout organisme vivant, ce qui la rend très vraisemblable dans le milieu primitif, plus spécialement au sein des microgouttes hétérotrophes.

La fermentation pouvant se dérouler en l'absence d'oxygène, on est amené à penser que ce genre de réactions a débuté alors qu'il n'y avait pas encore d'oxygène moléculaire sur la Terre ni dans les eaux. On peut aussi considérer que c'est à ce moment que les premiers organismes capables de donner une *copie exacte d'eux-mêmes* ont imposé leur organisation à toute l'évolution ultérieure de la vie.

L'évolution des acides nucléiques se révèle alors d'une extrême importance. Elle nous révèle que l'*information génétique* est tout entière stockée sur les chaînes de l'ADN des *chromosomes*, et que cette information suit un *code* bien déterminé. Ce code, qui est le même pour tous les êtres vivants, des bactéries jusqu'à l'homme, est élucidé depuis peu. Au lendemain de la seconde Guerre mondiale, deux Britanniques, Max Perutz et John Kendrew, ont pu démontrer que les chromosomes étaient effectivement formés d'acide désoxyribonucléique. Plus récemment encore, Williams (Londres), ainsi que Watson et

Crick (Cambridge), sont parvenus à disséquer une molécule d'ADN, et à en donner une représentation spatiale concrète (la *double hélice*) (7).

Les molécules organiques de la «soupe primitive» s'étant épuisées peu à peu, et de plus en plus vite, le moment arriva obligatoirement où les synthèses organiques, qui continuaient probablement à reproduire, ne suffirent plus à équilibrer l'épuisement des réserves énergétiques des océans. Dans ces conditions, seuls pouvaient désormais survivre les organismes susceptibles de fabriquer leur nourriture *à partir de l'énergie solaire et des molécules simples du milieu.* Ainsi apparurent les deux autres réactions énergétiques vitales : la *photosynthèse* et la *respiration.*



(d'après J. de Rosnay. Les origines de la vie. Seuil, éd. Paris. 1966).

Le soleil, qui pénétrait dans les eaux, apporta l'énergie nécessaire à la photosynthèse (tandis que les rayons ultra-violets étaient filtrés par l'élément aqueux protégeant les premiers organismes autotrophes). Le gaz carbonique, déchet des processus de fermentation, qui commençait à être libéré en abondance, permit sa réalisation.

Le circuit comprend deux étapes. «La première étape est la transformation de l'énergie lumineuse du soleil en énergie chimique. Autrement dit, l'énergie électromagnétique des photons est mise en réserve dans les liaisons chimiques d'un composé bien connu, le *glucose.* Cette opération, appelée *photosynthèse*, libère dans l'atmosphère de l'*oxygène gazeux*. Elle s'accomplit généralement dans les cellules spécialisées des plantes vertes (..). Au cours de la deuxième étape, le glucose servant cette fois d'aliment, est «brûlé» en présence d'oxygène, dans les cellules des animaux et des plantes. Cette combustion «froide», appelée *respiration*, fournit de l'énergie directement utilisable par la cellule sous forme de «petite monnaie». Cette monnaie circulante est le combustible interne utilisé par tous les êtres vivants sans exception. Le nom de cette molécule très importante est l'ATP. Les produits de la respiration sont le *gaz carbonique* et l'*eau* (..).

«On comprend maintenant pourquoi animaux et végétaux ne peuvent vivre l'un sans l'autre : la plante fournit le glucose et l'oxygène (agents essentiels de la respiration), cependant que l'animal lui renvoie le gaz carbonique, source de carbone minéral, à partir duquel la plante verte fabrique les composés organiques dont elle a besoin» (Joël de Rosnay. op. cit.).

Les organismes dotés des *organes fondamentaux* nécessaires à la photosynthèse et à la respiration, véritables «ateliers moléculaires» au sein de l'usine de la cellule, se trouvèrent donc tout de suite pourvus d'un immense *avantage évolutif.*

La photosynthèse, en effet, va à son tour modifier l'environnement. L'apparition de l'oxygène gazeux va d'abord donner naissance à l'*atmosphère.* Puis la couche protectrice d'ozone, formée dans la haute atmosphère, va filtrer les rayons du soleil et absorber les ultra-violets les plus énergétiques, ce qui va

(7) Le rôle fondamental joué par l'ADN dans le mécanisme de duplication des êtres vivants explique l'importance que le monde savant a donné à certaines expériences récentes. Il faut citer, à cet égard, la synthèse d'un ADN *biologiquement actif*, analogue à celui de n'importe quel être vivant, réussie en 1968 par le professeur Kornberg, prix Nobel de médecine (1959), et l'isolation d'un gène par Shapiro, qui a pratiquement ouvert la voie à la *chirurgie* génétique.

UNE VIE EXTRA TERRESTRE ?

Depuis Fontennelle et ses *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686), l'homme n'a cessé de s'interroger sur la possibilité d'une «vie extra-terrestre». Aujourd'hui, l'*exobiologie* étudie les manifestations éventuelles d'*une* vie sur des planètes autres que la Terre. Défendue depuis longtemps sur le plan théorique, elle a déjà trouvé un début de justification expérimentale.

Du point de vue théorique, les chercheurs posent le problème en termes d'*habitabilité* et de *viabilité*, c'est-à-dire qu'ils essaient de déterminer, sous forme d'un calcul de probabilités, le nombre de planètes susceptibles d'offrir des conditions compatibles avec l'apparition et le développement de la vie.

Les planètes extérieures à notre système solaire ne peuvent pratiquement jamais être observées : leur éclat se confond avec celui de leur soleil. A plusieurs reprises, leur existence a quand même pu être démontrée : en 1969, l'astronome américain Peter Van De Kamp en a identifié deux, à partir de certaines anomalies de trajectoire de l'étoile de Barnard. En 1970, le professeur Zdenek Kopal, de l'Université de Manchester, a localisé un système solaire en cours de formation autour de l'étoile Epsilon Aurigae, vingt fois grosse comme notre soleil, située à quarante-sept quatrillions de km de la Terre. Sur la seule Voie lactée, il se formerait de un à dix nouveaux systèmes solaires par an.

L'opinion prévaut donc, chez les astrophysiciens, que la formation d'un système planétaire appartient à la marche normale de l'évolution. «Les hypothèses cataclysmiques, affirme M. Pierre Guérin, de l'Institut d'Astrophysique de Paris, selon lesquelles les planètes auraient été arrachées à notre soleil par l'attraction due au passage ultra-rarissime d'une étoile en son voisinage, ont dû être abandonnées» (conférence donnée en 1960).

Si l'on s'en tient à des formes de vie analogues a celles que nous connaissons, utilisant pour leur molécules organiques les mêmes combinaisons chimiques fondamentales (à base hydrogène et de carbone), on peut estimer que les conditions minimales d'apparition de la vie sont les suivantes : existence d'une atmosphère à composition déterminée, variations de température de faible amplitude, présence de l'eau sous sa forme liquide, pression atmosphérique supérieure à une valeur donnée (la densite de l'air conditionnant la respiration). Il y a tout lieu de penser que de telles conditions se trouvent réunies sur un très grand nombre de planètes. Et que des formes de vie ont pu y prendre leur essor, allant peut-être des plus élémentaires (algues, spores, champignons, lichens, bactéries) jusqu'aux plus évoluées.

«Sur la base de raisonnements d'ordre très général, déclare M. Evry Schatzman, professeur à la faculté des Sciences de Paris, nous pouvons déclarer avec quelque certitude qu'il doit y avoir de la vie ailleurs que sur la Terre» (conférence au Palais de la découverte, 11 décembre 1962).

«Compte tenu du nombre des étoiles doubles et d'étoiles (telles que le soleil) découvertes par l'observation, explique M. T. J. De Vries, ont peut tenter une estimation du nombre des systèmes planétaires que contiendrait notre galaxie : de un à cent milliards. En admettant que chaque système planétaire contienne une dizaine de planètes, et qu'il n'y en ait qu'une sur cent qui réunisse toutes les conditions voulues pour la vie sous ses formes les plus évoluées, il y aurait, rien que dans notre propre galaxie, quelque cent millions à dix milliards de «Terres», sur lesquelles nous pouvons valablement nous attendre à rencontrer des être pensants» (*A la découverte de l'univers*. Sequoia, 1960).

Les étoiles les plus susceptibles de posséder des planètes sont les naines de type F, G, K et peut-être M, toutes plus ou moins semblables à notre soleil. Or, environ la moitié des étoiles de notre galaxie appartient à ce type. «Même si l'immense majorité de ces systèmes n'abrite aucune vie (ce que rien ne nous permet de croire), il reste cependant un nombre énorme de planètes qui peuvent être habitables, ou même qui sont habitées» (*Le rationalisme et la pluralité des mondes habités*, in *Cahiers rationalistes* n° 192, décembre 1960).

«La vie n'est que la conséquence natureile de l'univers, conclut M. Ponnamperuma, directeur de la division «Evolution chimique» au Département d'exobiologie de la NASA. Et puisqu'il y a tellement d'étoiles qui ressemblent à notre soleil, il doit exister d'autres êtres avec lesqueis nous parviendrons à communiquer un jour».

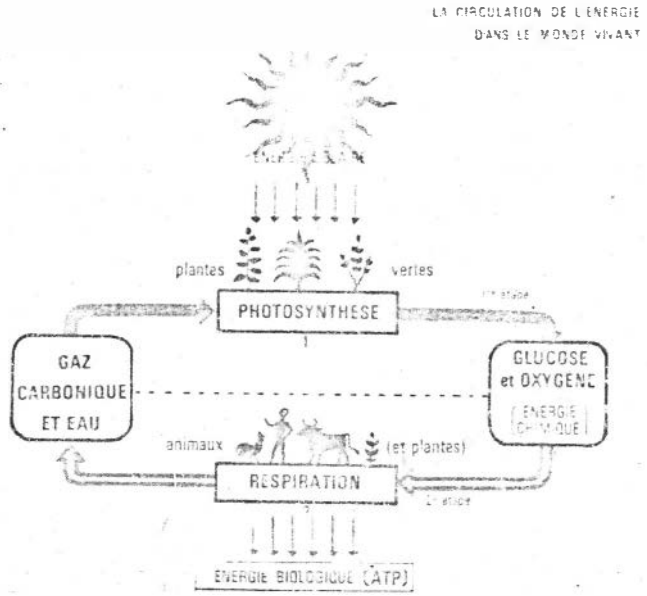
permettre aux systèmes vivants de conquérir la terre et les airs. Grâce à la photosynthèse, une source d'énergie pratiquement inépuisable, celle du soleil, sera mise à la disposition des êtres vivants. Enfin, avec la respiration, les organismes primitifs utilisant l'oxygène libéré par la photosynthèse, ayant à leur disposition toute l'énergie dont ils ont besoin à partir d'une faible quantité de matière organique nutritive, se trouveront à la tête, du même coup, *par le jeu des mutations et des sélections*, d'un *surplus énergétique dont toutes les espèces à venir vont pouvoir profiter*.

Ces proto-organismes sont probablement les ancêtres des algues et des bactéries dont on retrouve les vestiges dans des roches âgées de plusieurs milliards d'années.

unité structurale de la vie

Plusieurs conclusions sont à retirer de ce qui précède. La première est qu'il apparaît nettement que *la vie n'a pas eu de début absolu*, contrairement à ce que nous suggère la Genèse, et qu'elle résulte beaucoup plus probablement d'un passage de la *matière inerte* à la *matière vivante*, suivant des processus qui commencent à nous être connus. Le fossé qui, jusqu'à présent, séparait radicalement le «physique» (non-vivant) et l'«organique» (vivant), est en passe d'être comblé.

Les expériences qui ont été pratiquées tant en Union soviétique que dans les pays occidentaux, confirment ainsi la thèse émise (dès 1871) par Charles Darwin, selon laquelle le principal obstacle auquel se heurterait aujourd'hui l'apparition de la vie serait, paradoxalement, la vie elle-même. Nous savons en effet, grâce à Miller, Oparine et Haldane, que la vie, en se développant, détruit d'une manière irréversible les *conditions de sa propre apparition* : les composés organiques, à notre époque, n'auraient pas le temps de se complexifier, car ils seraient détruits par les bactéries.



(d'après J. de Rosnay. Les origines de la vie. *Seuil, éd. Paris, 1966).*

Autre observation confirmée : *la sélection naturelle est apparue avec la vie.* Dans la période biochimique primitive, cette sélection se manifeste d'elle-même, sans pression extérieure. Elle favorise les molécules douées de *stabilité dynamique*, c'est-à-dire capables de durer et d'entrer dans des combinaisons plus complexes ; elle leur confère une plus grande chance d'existence, et un plus grand avantage évolutif. Au stade des premiers hétérotrophes, c'est-à-dire au stade des microgouttes, elle favorise celles qui possèdent des réactions chimiques à grand pouvoir métabolique, favorable à leur survie. Enfin, au stade des processus de fermentation, les systèmes les plus dynamiques drainent à leur profit une grande quantité de matière nutritive, tandis que les organismes à métabolisme plus lent, possédant les catalyseurs les moins efficaces, se trouvent éliminés.

L'étude du carbone asymétrique apporte, elle aussi, une donnée du plus haut intérêt. Elle permet de constater que *tous les êtres vivants* sont constitués de molécules de carbone asymétrique appartenant au même type : le type *lévogyre*, qui fait *virer à gauche* le plan de polarisation de la lumière.

Cette universalité structurale des êtres vivants se retrouve jusque dans la *variété* des macromolécules. Celles-ci comprennent deux classes principales, les protéines et les acides nucléiques, lesquelles résultent de l'assemblage des mêmes radicaux en nombre fini : vingt acides aminés pour les protéines, quatre types de nucléotides pour les acides nucléiques. En ce qui concerne le *fonctionnement*, on observe les mêmes

EXTRA-TERRESTRE ? *(suite)*

Dans notre système solaire, deux planètes sont d'un type apparemment comparable à la Terre. Ce sont Mars et Vénus. Grâce aux informations recueillies par les Américains (expériences de Mariner IV), on croit savoir que l'atmosphère de Mars (composée d'azote, d'argon, d'anhydride carbonique) est assez confinée, et que l'eau n'y existe qu'en faible quantité. Le climat est plutôt froid, mais sans écarts rigoureux. Les espèces terrestres les plus resistantes «y subsisteraient et feraient souche» (Pierre Guérin). Une vie végétale ou micro-organique est possible.

La Lune est impropre à la vie, car sa masse est trop faible pour retenir une atmosphère : de ce fait, les écarts de température y sont très élevés. Mais il n'en a peut-être pas été toujours ainsi. La mission Apollo 15 a confirmé que la Lune est au moins aussi vieille que la Terre (le matériel de la mer de la Tranquillité date de 4,6 milliards d'années), et que les cratères lunaires ont probablement une origine volcanique. D'après le professeur Sagan, des composés organiques seraient retombés en pluie sur la Lune alors qu'elle était encore en formation. Ils se trouveraient enterrés sous la surface actuelle. M. Ponnamperuma n'exclut pas la présence, tout au fond des cratères de la «face cachée», d'eau congelée contenant d'anciennes traces de vie. Il souhaite que l'on parvienne à ramener des échantillons des hautes terres, ou pris en profondeur.

On a remarqué une similitude entre les chromatogrammes de la météorite de Pueblito de Allende, qui appartient au groupe des chondrites carbonés (contenant jusqu'à 5 p. 100 de composés organiques), et ceux de certains échantillons lunaires. Ces matériaux pourraient provenir de la même souche.

Toujours du point de vue théorique, on ne peut écarter a priori la possibilité qu'il existe dans l'univers des formes de vie basées sur d'autres composés organiques que les nôtres. L'existence de types chimiquement voisins, mais rendus morphologiquement différents du fait du milieu, ne peut pas non plus être exclue. La découverte de bactéries terrestres vivant dans des conditions «anormales» (dans du pétrole, du soufre, etc.) apparaît même comme une confirmation.

Sur le plan pratique, il faut d'abord rappeler que l'étude des spectres des comètes a permi d'établir la présence de molécules à deux ou trois atomes de carbone. Mais il faut surtout signaler les découvertes récentes de la radiostronomie.

Dans ce domaines, des progrès techniques considérables ont été faits au cours des deux dernières années. Encore unique au monde, un récepteur spectral construit par les laboratoires de la Bell Telephone Co. permet des mesures allant jusqu'à 150 000 MHz, multipliant ainsi par cinq l'étendue des fréquences accessibles aux radiotélescopes. Il a été utilisé pour la première fois au printemps 1970, à Kitt Peaks (Arizona).

Le premier grand succès de la radioastronomie remonte à 1951, date à laquelle Edward Purcell, prix Nobel, découvrit de l'hydrogène neutre dans l'espace interstellaire (région H I). En 1968, C. H. Townes et ses collègues de Berkeley identifièrent, grâce à leurs radioémissions caractéristiques, de l'ammoniac à 23 700 MHz, puis de la vapeur d'eau à 22 200 MHz.

En 1969, la découverte, par l'Observatoire de radiostronomie de Green Bank (Virginie), de formaldéhyde H_2CO dans toute la galaxie, avec une abondance comparable à celle de l'oxygène OH, changea complètement la vision que l'on pouvait avoir du milieu interstellaire. Elle prouva «que la complexité des réactions chimiques qui peuvent s'y produire est bien plus grande que celle que l'on aurait pu déduire des seules identifications de OH, H_2O et NH_3 » (A. A. Penzias & P. Encrenaz. *Les molécules de l'espace*, in *La Recherche*. Vol. 2, n° 16 (octobre 1971), pp. 817-23.

Depuis, écrivent MM. Penzias et Encrenaz, «plus de vingt molécules terrestres de complexité toujours croissante ont été détectées dans le ciel» (Ibid.). En mars 1971, le radioastronome français L. Weliachew, utilisant les deux radiotélescopes de Owens Valley (Californie), a même découvert le radical hydroxyle OH dans deux galaxies extérieures à la nôtre, M 82 et NGC 253.

De telles découvertes ont une très grande importance. La plupart de ces molécules, notamment les plus complexes, ont été plus spécialement remarquées au voisinage des étoiles chaudes (comme la nébuleuse d'Orion), qui chauffent les gaz environnants et excitent les transitions observées. Or, nous savons que la synthèse des premiers acides aminés a pu se produire dans une atmosphère planétaire turbulente (vent solaire, etc.). L'évolution chimico-organique peut donc avoir commencé dans l'espace, avant même que les nuages de poussières et de gaz ne se soient organisés en systèmes solaires.

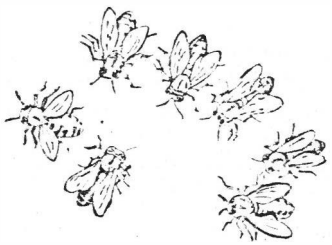
L'identification des molécules «spatiales» confirme la présence dans les espaces interstellaires de composés organiques ayant pu jouer un rôle dans l'apparition de la vie, et nous aide à comprendre la façon dont les systèmes solaires se sont formés.

séquences de réactions chez tous les organismes, pour les opérations chimiques essentielles du moins. Cette identité générale de structure et de fonctionnement à l'échelle microscopique remet en cause à elle seule les théories anthropocentristes, et atteste l'unité profonde de la vie.

Les chercheurs estiment, d'autre part, qu'il doit exister un très grand nombre de planètes dans l'univers, possédant un environnement analogue à l'atmosphère primitive de la vie sur Terre. On peut donc penser que la vie n'est pas un phénomène propre à notre planète, et qu'elle est apparue en d'autres mondes, avec la même inéluctable *nécessité*.

Cette hypothèse a d'ailleurs reçu un début de vérification. Des composés organiques ont été découverts dans certaines météorites (8). La présence de deux à trois atomes de carbone a été démontrée dans l'examen des spectres des comètes. Et des radio-astronomes ont décelé l'existence d'ammoniac et de formaldéhyde dans l'espace intergalactique (cf. tableau ci-contre).

Il y a environ vingt ans, la théorie de l'*évolution moléculaire* ne reposait que sur de pures spéculations, qui étaient cependant le fruit de la logique et de la raison. En 1953, les expériences de Miller ont donné les résultats stupéfiants que l'on connaît. Aujourd'hui, le professeur Pittendrigh, de l'Université de Princeton, affirme qu'avant dix ans, on aura réalisé la synthèse d'un *organisme vivant*. Avant vingt-cinq ans, estime le Dr. Marshall Niremberg, prix Nobel de médecine et de physiologie, il sera possible de programmer des cellules, avec des informations génétiques synthétiques (*engineering génétique*) (9). Ce sera, en quelque sorte, la consécration de l'évolution moléculaire et, par voie de conséquence, son rattachement à l'évolution biologique et humaine, dont elle n'aurait jamais dû être séparée (10).



(8) La présence de composés organiques dans les météorites avait été contestée, sous le prétexte que les méthodes d'examen utilisées n'étaient pas assez rigoureuses. Mais, le 3 décembre 1970, la NASA annonçait qu'elle avait isolé, de façon indiscutable, des acides aminés *d'origine extra-terrestre* sur une météorite tombée, en 1969, à Muchison (Australie). Parmi eux se trouvaient cinq des vingt acides aminés présents dans la cellule vivante, la particularité de ces composés étant d'être tantôt de type lévogyre, tantôt de type dextrogyre (ce qui exclut l'hypothèse d'une origine terrestre). Après un nouvel examen, la météorite d'Orgueil a, elle aussi, révélé la présence indiscutable de composés organiques.

(9) Cf. ci-après les articles de M. Yves Christen.

(10) A ce sujet : Christian Léourier. *L'origine de la vie. Théories contemporaines.* Laffont, 1970 ; Alexandre Dauvillier. *L'origine de la vie*, in J. Rostand & A. Tétry (éd.). *Biologie.* Gallimard-Pléïade, 1965 ; Sidney W. Fox. *L'origine de la vie*, in *Atomes* (Vol. 23) n° 255. juin 1968, pp. 348-55 ; A.I. Oparine. *L'origine de la vie sur la Terre.* Masson, 1965 ; *L'origine et l'évolution de la vie.* Ed. de Moscou, 1965 ; Joël de Rosnay. *Les origines de la vie. De l'atome à la cellule.* Seuil, 1966 ; Steven Rose. *La chimie de la vie.* Gauthier-Villars, 1971 ; J.B.S. Haldane, J.D. Bernal, J.W.S. Springle & N.W. Pirie. *Une discussion sur l'origine de la vie.* Ed. Rationalistes, 1955 ; Evry Schatzman, François Le Lionnais, Alexandre Dauvillier et alia. *Naissance de la Terre et de la vie sur la Terre.* Albin-Michel, 1952 ; Jules Carles. *Les origines de la vie.* PUF, 1962 ; J.H. Rush. *L'origine de la vie.* Payot, 1969 ; Ernest Kahane. *La vie n'existe pas !* Ed. Rationalistes, 1962 ; *La maîtrise du hasard et les sciences de la vie*, in *Revue de métaphysique et de morale.* Paris, 1967 ; Charles-Noël Martin. *Le cosmos et la vie.* Planète-Retz, 1963 ; Jean E. Charon. *Récentes découvertes sur la matière et la vie.* Plon, 1966 ; Robert Madysson. *De l'origine de la vie à l'homme.* Paris, 1969 ; Victor F. Weisskopf. *Nature, matière, vie.* Hachette, 1967 ; Marcel Florkin. *L'origine de la vie. Quelques aspects du problème.* Gauthier-Villars, 1962 ; Henry Doffin. *Le roman de la molécule. L'explication de la vie.* Achès, 1953 ; Raoul Pougneaud. *La vie, qu'est-ce que c'est ?* Fischbacher, 1971 ; Jacques Monod. *Le hasard et la nécessité.* Seuil, 1970 ; Heinz Woltereck. *Sur les traces de la vie.* Buchet-Chastel, 1964 ; O. Schmidt. *Quatre leçons sur la théorie de l'origine de la Terre.* Ed. de Moscou, 1959.

2 L'EVOLUTION BIOLOGIQUE

Le 27 décembre 1831, un naturaliste anglais nommé Charles Darwin quittait Devonport à bord du bateau le *Beagle*. Il s'embarquait pour cinq ans. Ce passager, imbu des idées de son temps, n'avait rien d'un révolutionnaire. Son intention n'était pas d'ébranler le dogme du créationnisme. Il était même résolument fixiste. Pourtant, après cinq ans de méditations, et surtout d'*observations*, Charles Darwin allait rapporter une théorie promise au plus grand avenir, et qui allait bousculer toutes les idées reçues sur l'origine de l'homme. Il allait devenir *évolutionniste*.

S'étant encore accordé vingt-trois ans, Darwin (1809-1882) publia en 1859 son ouvrage fondamental, *The Origin of Species* (*L'origine des espèces*), dont l'influence sur son temps fut considérable. Il y démontrait le *fait biologique* de l'évolution, et avançait une théorie explicative devenue la base de l'actuelle *théorie synthétique*. La majorité des biologistes s'y réfère encore aujourd'hui (11).

Quels étaient donc les éléments qui avaient troublé le jeune Darwin au cours de son voyage autour du monde ?

les pinsons des Galapagos

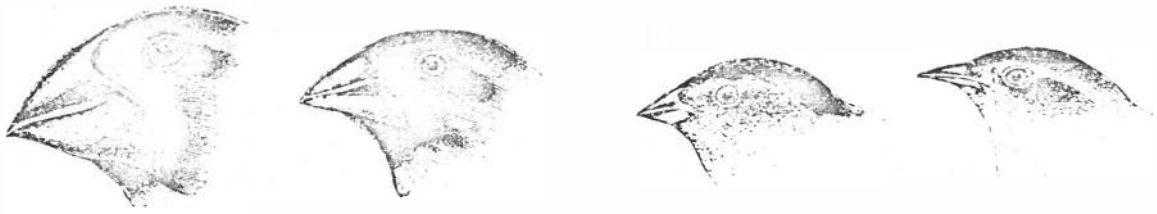
Lorsque le *Beagle* accosta les rives de la Terre de Feu, en 1832, Darwin fut stupéfait par les conditions de vie des autochtones. Il fut frappé par le fait que les Fuégiens, par des températures d'été ne dépassant pas 5 ou 7° C, manoeuvraient leurs esquifs pratiquement nus. C'était sa première approche des différences considérables existant entre les races humaines. Il en conclut que la nature avait adapté le Fuégien «au climat et aux produits de sa misérable patrie». Cette supposition n'était pas sans fondement, et l'on sait aujourd'hui que, chez les Fuégiens, le taux de *métabolisme* est plus élevé que pour la moyenne des humains. De même, chez les Alakaloufs, tribus apparentées aux Fuégiens, le taux de métabolisme basal engendre une quantité inusitée de chaleur, et un afflux de sang surabondant dans les extrémités immergées dans l'eau glacée (travaux de Hammel et de Coon).

Après avoir mis le cap vers l'ouest, Darwin aborda les îles Galapagos en 1835. Cette escale fut l'une de celles qui l'impressionnèrent le plus. Il fut frappé par l'aspect de désolation de cet archipel volcanique, et par la faune extraordinaire évoluant dans ce décor cyclopéen : tortues géantes, iguanes marins et terrestres, etc. Il constata surtout que la plupart des espèces vivant sur ces îles n'existaient apparemment nulle part ailleurs sur la Terre.

(11) A ce sujet : Alan Moorehead. *Darwin and the «Beagle»*. Penguin Books, éd. Harmondsworth, 1971 ; Jean F. Leroy. *Charles Darwin et la théorie moderne de l'évolution*. Seghers, 1966 ; Benjamin Farrington. *What Darwin Really Said*. Sphere Books Ltd., éd. London, 1969 ; Jean Rostand. *Charles Darwin*. Gallimard, 1947 ; Marcel Prenant. *Darwin*. Ed. Sociales internationales, 1937 ; G. Gourev. *Darwinisme et religion*. Ed. de Moscou, 1960 ; A. de Quatrefages. *Charles Darwin et ses précurseurs français. Etude sur le transformisme*. Germer Baillière, 1870.

Un Fuégien nommé York Minster.
Le dessin date de 1833.
Auteur : le capitaine Robert Fitz Roy, commandant le HMS *Beagle*.
Darwin avait fait sa connaissance deux ans plus tôt, à Londres.
Dans son Journal, Fitz Roy décrit ainsi Minster : «Taciturne, morose, réservé, mais quand on l'excite, extrêmement passionné»

d'après Alan Moorehead. Darwin and the «Beagle». *Penguin Books, éd. Harmondsworth, 1971).*



Les pinsons des Galapagos : au moins quatre types de becs.
(D'après Alan Moorehead. Darwin and the «Beagle». *Penguin Books. éd. Harmondsworth, 1971).*

Les oiseaux de l'archipel étaient peut-être les plus remarquables. Le jeune naturaliste en dénombra vingt-six variétés, dont vingt-cinq n'appartenaient qu'aux Galapagos. Il y avait notamment treize espèces de pinsons, «le plus insolite groupe de pinsons», écrivit Darwin sur son Journal. Ces espèces ne différaient pas fondamentalement les unes des autres. Mais on notait, par exemple, une nette différenciation du bec, fonction du mode de vie et de l'environnement propres à chaque variété. Certaines espèces étaient de la plus extrême rareté, comme c'est le cas du pseudo-pic pinson, qui utilise une épine de cactus pour attraper les insectes au fond des trous. C'est après avoir étudié les pinsons des îles Galapagos que Darwin remit définitivement en doute la théorie fixiste.

trois propositions

A son retour à Cambridge, le naturaliste trouva sa résidence encombrée des vestiges et des fossiles de toutes sortes qu'il avait fait expédier au cours de son voyage. Il put, après en avoir dressé la liste, se mettre immédiatement au travail. Les *preuves de l'évolution biologique* qu'il énonça alors sont, dans l'ensemble, presque toutes valables aujourd'hui. Le plus souvent tirées de la *paléontologie*, elles constituent de véritables archives de l'*histoire de la vie*. On peut en dégager trois propositions fondamentales :

1) Les faunes et les flores qui se sont succédées au cours des temps n'ont pas été les mêmes aux différentes époques géologiques ;

2) Des groupes entiers, tels les ammonites du secondaire ou les reptiles volants du jurassique, ont totalement disparu. Quelques groupes anciens ne sont plus représentés que par des espèces résiduelles, comme les dipneutes ou les coelacanthes ;

3) Inversement, de nombreux groupes existant aujourd'hui, comme les mammifères placentaires, ont fait défaut aux époques lointaines, pour n'apparaître que dans des terrains plus ou moins récents.

Quoique des traces de bactéries fossiles aient été découvertes dans des *terrains* d'il y a deux ou trois milliards d'années, les premiers documents fossiles bien attestés et suivis ne remontent guère au-delà du cambrien, soit à six cent millions d'années environ. C'est pourquoi toute étude dynamique de l'évolution requiert une *échelle de temps* infiniment plus longue que celles utilisées pour les observations directes et les expériences de laboratoires, lesquelles s'étendent sur quelques heures ou quelques jours, et tout au plus sur quelques années.

L'étude, couche par couche, des fossiles d'une même espèce ou d'un même genre, comme les *paludines* de Slavonie, met en évidence une évolution par modifications successives de faible amplitude, aboutissant au changement de la *forme moyenne* de la population. Elle constitue un exemple de *microévolution*, caractéristique de l'évolution des invertébrés (où les coquillages sont particulièrement abondants). Chez les

vertébrés, où les restes sont plus rares, les fossiles sont évidemment moins rapprochés les uns des autres. Mais on enregistre aussi des écarts plus importants, qui sont interprétés comme des exemples de *macroévolution*.

En matière de paléontologie, il n'existe pas de *lois* au sens où les physiciens ou les chimistes peuvent entendre ce terme. Les interprétations des documents fossiles doivent s'appuyer sur les relations entre les organismes et leurs descendants. Ce qui permet de dégager un certain nombre de grandes *tendances*, que certains auteurs appellent cependant *lois de l'évolution*.

des «radiations adaptives»

1) *L'expansion.* La première tendance que fait apparaître l'interprétation des documents est l'*expansion de la vie.* Si l'on embrasse toute la genèse du vivant, on constate que la vie tend à se développer et à englober un nombre toujours croissant d'*organismes* et de *types d'organismes.* Cette tendance, semble-t-il, n'est pas d'une parfaite régularité : à certaines périodes, le nombre des êtres vivants diminue plus qu'il n'augmente. Des groupes entiers peuvent ainsi disparaître. Mais, outre que les causes de diminution sont bien difficiles à cerner, la tendance générale est à l'expansion. Celle-ci constitue, en quelque sorte, la *logique de la vie.*

2) *La diversification.* Les documents fossiles nous révèlent une tendance à la *diversification des phylum*, ou types d'organisation en rameaux multiples (*polyphylétisme*). Les nouveaux rameaux, composés de différents descendants d'un ancêtre commun, se différencient par *adaptation* à une pluralité de modes de vie ou d'habitats (ou des deux à la fois). C'est ce qu'Osborn appelle le phénomène des «radiations adaptatives». Il peut survenir sur une grande échelle, comme dans le cas des mammifères placentaires. Ainsi, à la fin du crétacé, les ancêtres d'une grande partie des mammifères récents avaient à peu près tous l'aspect d'une souris, et leur mode de vie était pratiquement le même. Le nombre des espèces de cette catégorie était donc très réduit, et ce n'est qu'au cours de l'éocène qu'il y eut diversification, par adaptation à différents modes de vie (aquatiques, amphibies, terrestres, aboricoles aériens).

Les *radiations adaptatives* peuvent également s'effectuer sur une période de temps plus courte. C'est ce qui s'est passé avec les pinsons des îles Galapagos, observés par Darwin. D'une façon générale, la radiation adaptative est plus importante lorsqu'un groupe pénètre dans une nouvelle région. Le processus de diversification peut alors prendre des proportions imposantes. L'évolution est dite *explosive* ou *éruptive.*

Tous les rameaux issus de cette «explosion de *formes*» ne se ramifient pas à leur tour. Certains sont *avortés.* Ils s'éteignent plus ou moins rapidement : ce sont des culs-de-sac de la poussée évolutive. D'autres, plus «concurrentiels», durent davantage et se diversifient. C'est ainsi que, d'après les formes fossiles retrouvées en Europe, on avait cru pouvoir établir une filiation des équidés, comprenant *paleatherium* à l'éocène, *anchitherium* au miocène, et l'hipparion. Or l'étude des dépôts (infiniment plus riches) de l'Amérique du nord, où s'est effectuée l'évolution du cheval, fait apparaître que les trois formes «européennes» se rattachent à trois rameaux différents, ayant successivement émigré en Europe, et qu'elles ne descendent nullement les unes des autres.

Cette évolution *buissonnante*, ou polyphylétisme, permet de comprendre, par exemple, pourquoi l'homme de Néanderthal représente un rameau *collatéral*, qui s'est éteint sans laisser de descendance, tandis que l'*Homo sapiens*, son contemporain, s'est perpétué jusqu'à nos jours.

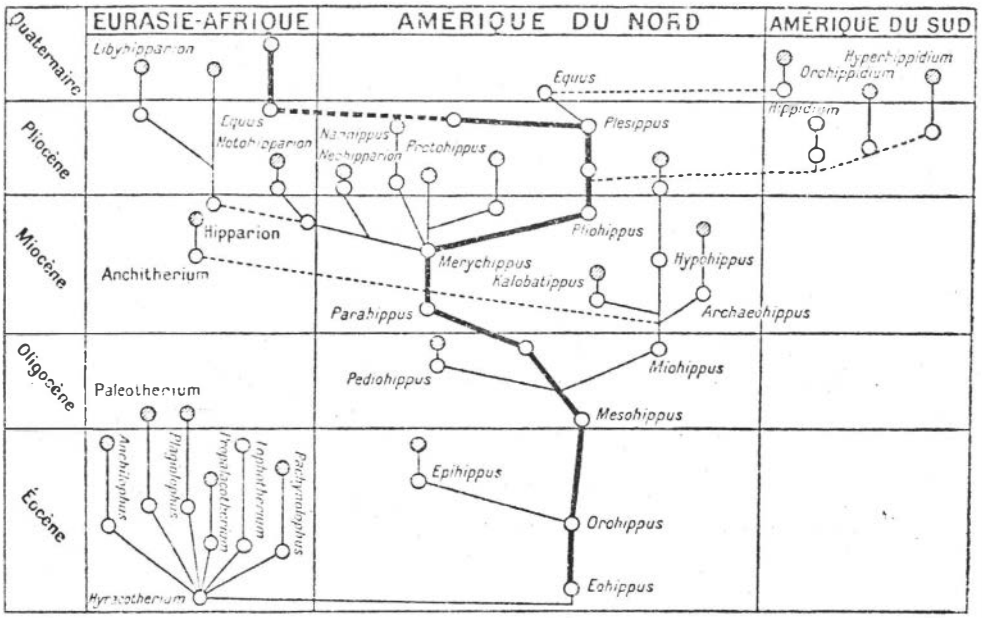
les ancêtres des chevaux

3) *L'orthogenèse.* L'intervention de changements réguliers au sein de rameaux que l'on pensait orientés dans une seule direction, tantôt progressive, tantôt régressive, et que l'on qualifiait d'*orthogenèse*, fut longtemps considérée comme l'un des faits marquants de l'évolution. Dans l'arbre généalogique des équidés, on considérait, par exemple, que la taille avait *régulièrement* augmenté depuis *eohippus*, dont les dimensions étaient celles d'un lapin, jusqu'au cheval actuel. On supposait aussi une complexification régulière de la dentition, et une régression du nombre des doigts.

Contestant formellement cette hypothèse, Simpson a démontré que, si la taille d'*equus* l'emporte effectivement sur celle d'*eohippus*, cette variation de taille ne s'est pas effectuée d'une façon régulière. Au cours de l'éocène, la taille est stationnaire et a même tendance à régresser. Au miocène, on observe différentes variations suivant les lignées. Quelques unes seulement sont positives, le cheval actuel étant précisément issu de l'un de ces rameaux.

L'évolution apparaît donc comme une ligne sinueuse, pareille à un arbre aux branches parsemées de *noeuds*, d'où rayonneraient de multiples buissons. Le concept d'orthogenèse, dû à l'insuffisance du nombre des fossiles, doit être abandonné. Il correspond d'ailleurs à une explication hâtive, selon laquelle, précise Simpson, les processus évolutifs seraient régis, non par la sélection naturelle, mais «par des forces vitales internes à l'organisme, ou par une impulsion vers un but métaphysiquement déterminé».

4) *La discontinuité.* L'exemple de la généalogie des équidés montre que, même lorsque l'évolution simule une continuité, elle n'est est pas moins *discontinue.* C'est ce que Guyénot appelle une évolution en



Arbre généalogique représentant la phylogénie des equidés.
Le trait épais indique la lignée du cheval, depuis *eohippus* (éocène) jusqu'au genre *equus*. Celui-ci a émigré en Eurasie, puis en Afrique, où il s'est maintenu.
D'autres rameaux ont pris naissance (polyphylétisme), et se sont éteints.
La fausse sériation européenne (*anchiterium*, *hipparion*, etc.) comprenait des espèces ne descendant pas les unes des autres.

(D'après le Dr. P. Revilliod. Cf. Emile Guyénot. L'origine des espèces. PUF, 1966).

marches d'escaliers. La discontinuité ne fait place qu'exceptionnellement à une continuité presque absolue. A cet égard, on peut encore citer les paludines de Slavonie, qui constituent une parfaite illustration de microévolution continue. Guyénot fait cependant remarquer que l'évolution continue peut très bien se traduire par des mutations discontinues, dont les intervalles sont comblés par des *somations*. c'est-à-dire des variations de forme non-héréditaires, dues à la modification progressive du milieu (comme la concentration de l'eau en sels calcaires).

5) *L'irréversibilité*. En 1870, Edgar Quinet affirmait : «La nature ne retourne pas en arrière, elle ne refait pas ce qu'elle a détruit, elle ne revient pas au moule qu'elle a brisé». Il pressentait ainsi l'une des plus importantes particularités du transformisme : *l'irréversibilité de l'évolution régressive*. Développant cette idée, le paléontologiste belge Dollo a montré que, lorsqu'un organe *entre en régression*, il ne peut plus faire «machine arrière» ; l'organisme ne peut plus retrouver ce qu'il a perdu. Les équidés, dont l'évolution a réduit le nombre des doigts de cinq à un (le «sabot»), n'ont jamais pu engendrer, depuis, d'espèces ayant plus d'un doigt.

La réadaptation des cétacés à la vie aquatique pourrait, à première vue, être considérée comme un exemple de réversibilité de l'évolution, du fait de leur morphologie pisciforme. Mais, chez les baleines et les cachalots, l'arrivée de l'oxygène se fait toujours par les poumons, comme chez leurs ascendants terrestres, et non par les branchies, comme chez les poissons. Chez aucun cétacé, des nageoires de type «poisson» ne sont réapparues, et même la nageoire caudale transverse a une structure particulière.

6) *La progressivité*. Une autre caractéristique de l'évolution (tant moléculaire que biologique, d'ailleurs) est la tendance à la *complexification*. Bien qu'il y ait des rameaux qui régressent, et d'autres qui avortent, nous constatons, avec un certain recul, une «marche» progressive incontestable, quasi-chronologique, vers des systèmes vivants de plus en plus *diversifiés*, de plus en plus perfectionnés.

nos organes vestigiaux

Les preuves anatomiques susceptibles d'établir la *réalité* de l'évolution biologique ont été bien des fois passées en revue. Charles Darwin, dans son *Origin of Species*, avait déjà fait remarquer que la main de l'homme, la griffe de la taupe, la jambe du cheval, la nageoire du marsouin, l'aile de la chauve-souris, sont «toutes construites sur le même plan, et renferment des os semblables placés dans la même position relative».

«Si l'éléphant et la girafe, écrit M. Jean Rostand, ne comptaient point des ancêtres communs, pourquoi relèverait-on dans leurs cous, tellement inégaux par la longueur, un nombre rigoureusement égal de vertèbres ? Si le hanneton, l'abeille, le papillon et le moustique n'étaient l'un pour l'autre que des étrangers, pourquoi retrouverait-on les mêmes pièces constitutionnelles dans les mâchoires du hanneton mâcheur de feuilles, dans la trompe de l'abeille lécheuse de pollen, dans celle du papillon aspirateur de nectar, dans l'appareil térébrant du moustique buveur de sang ? » (*Etat présent du transformisme*. Stock, 1931).

Ces homologies s'expliquent parfaitement si toutes les formes décrites dérivent d'un même type initial, et ce, même si la filiation ne peut être encore précisée dans le détail.

«Où triomphe encore davantage la thèse transformiste, poursuit M. Jean Rostand, c'est quand il s'agit d'expliquer l'existence de certains organes nommés *vestigiaux* ou *rudimentaires*. Chez la baleine, par exemple, se trouve, enfoui profondément dans la région pelvienne, un os minuscule que n'accompagne aucun muscle, qui est manifestement dépourvu de toute fonction, mais qu'on identifie avec certitude à un fémur. Comment interpréter la présence de ce fémur nain, à moins que d'y voir le reste d'un ancien fémur, de taille et de structure normales, qu'eût possédé et utilisé un ancêtre, apparemment terrestre, de la baleine ? » (op. cit.).

Cet exemple n'est pas unique. On peut également citer les petits membres dissimulés sous la peau du serpent python, les pédoncules oculaires de certains crustacés sans yeux, la lamelle calcaire du manteau de la limace, les ailes plissées (et jamais déplissées) de certains coléoptères aux élytres soudés, l'oreille interne atrophiée de la baleine, le troisième oeil intra-crânien des lézards, etc. Le corps humain, selon Wiedersheim, contient lui-même quelque 180 organes rudimentaires. Parmi ceux-ci : l'appendice coecal, homologue du *coecum* des herbivores (dont la régression est plus développée chez les races noires et jaunes), les muscles du pavillon de l'oreille, totalement dépourvus de fonction, le coccyx, vestige d'une queue disparue, le *plica-semilunaris*, reste d'une troisième paupière, l'apophyse coracoïde, reste de l'os coracoïde, etc. Dans la perspective créationniste, ces vestiges sont rigoureusement inexplicables.

L'étude de la formation des embryons est non moins significative. Sans aller, comme on l'a fait naguère, jusqu'à prétendre que le développement *in utero* «récapitule» le cours de l'évolution («l'ontogenèse récapitule la phylogenèse», disaient les savants), il est certain que le foetus des espèces les plus développés traverse des *stades* au cours desquels se manifestent clairement des caractères *vestigiaux*.

«Si nous ne dérivons pas d'ancêtres plus ou moins pisciformes, note M. Jean Rostand, pourquoi le foetus humain présenterait-il, à un stade précoce de son développement, quatre fentes branchiales ? Pourquoi si nous ne dérivons pas d'ancêtres à côtes nombreuses, ébaucherait-il vingt-neuf paires de côtes rudimentaires ? Pourquoi, si notre ascendance n'avait compris des formes plus ou moins velues serions-nous, avant que de naître, revêtus, notamment au-dessus des yeux et sur la face, de cette fine toison nommée *lanugo* ? Comment expliquer autrement que par un legs atavique les dents qui se forment à la mâchoire supérieure de l'embryon du veau, et celles qui garnissent la barre des embryons des rongeurs ? Et les cinquante-trois dents rudimentaires du foetus de baleine, qui jamais ne perceront la gencive ? Et les membres postérieures de ce même embryon, et son épais revêtement pileux, dont l'adulte ne conservera que quelques poils à la lèvre supérieure ? » (op. cit.).

«Ajoutons, poursuit M. Rostand, que les divers ordres d'arguments se corroborent puissamment les uns les autres. Par exemple, l'anatomie comparée suggère, de prime abord, la parenté entre les reptiles et les oiseaux. Or, la notion de cette parenté est fortifiée par l'embryologie, par la sérologie, et trouve sa preuve décisive dans la paléontologie, qui nous révèle l'existence passée de formes intermédiaires entre les oiseaux et les reptiles» (Ibid.).

fossiles vivants et géants des îles

Les paléontologistes accordent un intérêt tout particulier à ces *formes intermédiaires*, organismes qui ne correspondent pas à un type précis d'organisation, et dont les caractères se rattachent à *deux* sources. Elles confirment en effet la réalité de l'évolution, et tendent même à effacer la distinction, que font toujours certains biologistes, entre micro et macroévolution. Elle suggèrent l'*unicité* des mécanismes évolutifs.

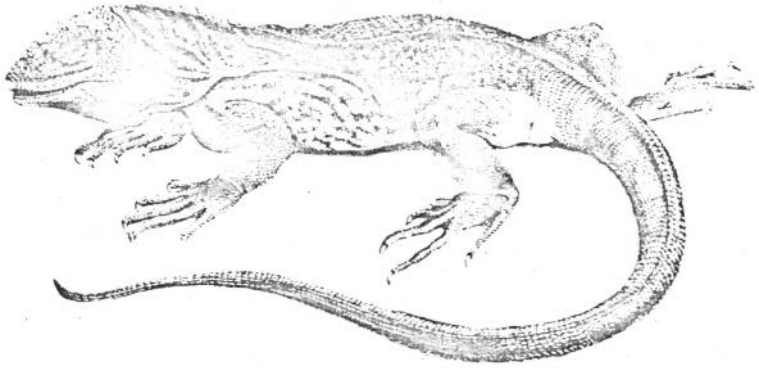
Il est certain que l'on n'a encore jamais mis au jour d'organismes correspondant *exactement* à ces points de bifurcation où divergent différents rameaux. Mais de récentes études sur des *fossiles intermédiaires* exhumés jusqu'à ces dernières années, ont déjà révélé des organismes composites, comportant des caractères de plusieurs types.

La capture du célèbre *coelacanthe* représente à cet égard un événement. Ce poisson osseux de couleur gris-acier, dont les ancêtres remontent à trois cent millions d'années, est en effet le dernier représentant d'un groupe de crossoptéridiens que l'on croyait disparu depuis la fin du crétacé. Il peut être considéré comme un «intermédiaire» entre les amphibiens et les poissons proprement dits. Il porte des nageoires larges et musculeuses, qui sont l'ébauche des membres des vertébrés terrestres. Il possède aussi un poumon vésiculaire, qui atteste la respiration aérienne chez les poissons primitifs. On suppose que, pendant la grande période de sécheresse du silurien, les coelacanthes ont pu se mouvoir hors de l'eau, pour partir à la recherche des mares et des étangs. Ils seraient les ancêtres des quadrupèdes amphibies.

En 1932, une expédition danoise a découvert au Groënland les restes fossiles d'un animal nommé *ichtyostega*, qui est à ce jour le plus ancien vertébré terrestre connu. Son importance est considérable, car il représente un autre «maillon manquant» entre les poissons et les amphibiens : l'*ichtyostéga* est un quadrupède muni d'une queue de poisson.

Dans le même orde d'idées, il faut citer l'*archaeornis*, espèce voisine du fameux *archaeopterix*, qui représente une «forme de passage» typique entre les reptiles et les oiseaux. Sa structure générale est celle d'un oiseau, mais comporte de nombreux caractères reptiliens. On note la présence d'une longue queue de vingt vertèbres caudales, et l'absence de bec corné. L'aile est de type aviaire, mais les trois grands doigts sont libres et terminés par des griffes.

Enfin, nous remarquerons l'aspect très particulier des *faunes insulaires*. On constate en effet, dans les îles, une très grande variété, voire une surabondance de races et d'espèces. Celles-ci sont d'autant plus nombreuses que l'île est plus isolée. Les îles Galapagos, visitées par Darwin, ont été mentionnées plus haut. Dans l'archipel australien, on trouve des espèces *géantes*, comme les célèbres «varans», et aussi



Iguane terrestre (*amblyrhynchus demarlii*) : certains spécimens observés par Darwin avaient plus d'un mètre de long.
(D'après Alan Moorehead. Darwin and the «Beagle». *Penguin Books, éd. Harmondsworth, 1971).*

l'ornithorynque, de la famille des monotrèmes, qui compte parmi les plus primitifs des mammifères vivant actuellement. Les ornithorynques sont des mammifères ovipares, à bec corné ressemblant à celui du canard : ils possèdent des pattes palmées, une queue plate, des mamelles sans mamelons, une homéothermie imparfaite, et présentent des détails d'organisation nettement reptiliens. Les caractères spécifiques des faunes insulaires dénotent donc une évolution plus rapide que celle réalisée sur les continents. C'est un argument supplémentaire en faveur du transformisme (car l'*isolement* génétique favorise une sélection plus rapide des *mutations*).

le transformisme : un fait historique

La vie a donc *évolué*. Cette évidence a été établie de façon si éclatante, grâce au travail acharné de plusieurs générations de chercheurs, que le monde savant, débarrassé des illusions finalistes et créationnistes, a fini par s'y rallier.

«Tenons désormais pour acquis, conclut M. Rostand, que les êtres vivants dérivent tous, par transformations successives, d'êtres différents, ceux-ci d'êtres encore plus différents, et qu'en remontant toujours plus haut dans le passé, nous finirions par atteindre aux formes primordiales, sources de toutes les natures mortes et vives» (op. cit).

L'évolution ne se lit pas seulement dans le passé, sur les documents fossiles que des fouilles minutieuses parviennent à mettre au jour. Elle se constate sur les vivants d'aujourd'hui, notamment dans leurs organes *rudimentaires*, et sur le développement des embryons. Elle s'observe même dans la structure des formes *parasitaires*, qui ne peuvent s'expliquer qu'en fonction de *transformations régressives*. Et les résultats tirés de l'anatomie comparée, de l'embryologie, de la sérologie, de la cytologie, de la chimie, confirment à leur façon les découvertes de la paléontologie. L'accord est pratiquement réalisé entre les biologistes. Il n'est plus permis aujourd'hui de douter du fait historique que représente le transformisme.

Une bonne compréhension des modalités de l'évolution est également essentiel pour entrevoir l'origine, et comprendre les liens existant entre les différents rameaux humains. Chaque groupe, qu'il s'agisse d'une race, d'une espèce, d'une famille, d'un ordre, d'une classe ou d'un embranchement, se différencie en rameaux multiples. Parmi ceux-ci, rappelons-le, certains végètent avant de s'éteindre plus ou moins rapidement, tandis que d'autres se perpétuent, s'adaptent (par radiations adaptatives) à différentes formes de vie et d'habitat, et se ramifient à leur tour. Simpson remarque, plus précisément, qu'à l'intérieur d'une même espèce animale, certains rameaux évoluent à peu près tous au même rythme, alors que d'autres évoluent à une vitesse exceptionnelle, et que d'autres encore donnent l'impression de *stagner*.

les races humaines

Des anthropologues contemporains se sont inspirés de ces données pour les appliquer à l'évolution humaine, et mieux connaître ainsi l'origine des races existant à la surface de la Terre.

Le polyphylétisme a donné ainsi naissance à la conception *polygénique*, selon laquelle les races humaines tireraient leur origine, non pas d'une, mais de plusieurs souches différentes. Il n'y aurait pas *un*, mais *plusieurs* «berceaux de l'humanité». L'espèce *Homo sapiens* serait apparue en différents endroits de la planète, et l'*évolution se serait poursuivie après son apparition*.

En 1959, Gates insistait sur le fait que la notion de race implique une *dimension chronologique*, et que les races humaines, s'étant développées séparément à partir d'un très ancien ancêtre commun, n'ont pas toutes forcément le même âge. Depuis, les découvertes faites en Afrique (Olduvaï, vallée de l'Omo) et au Proche-Orient (Qafzeh, en Palestine) ont confirmé le bien-fondé de cette hypothèse, à laquelle se sont ralliés d'éminents anthropologues, comme Thomas, Coon et Weidenreich, ainsi que la quasi-totalité des chercheurs de l'école de Paris (2). On peut donc considérer : a) que les grands groupes raciaux de l'espece

(12) «La formation de races au sein d'une espèce, rappellent Ph. L'Héritier et M. Lamotte, est liée à la fragmentation de celle-ci en groupes à l'intérieur desquels tend à être limité le choix

humaine se sont différenciés à une date extrêmement reculée, il y a probablement plus de cinq cents millions d'années ; b) que ces groupes ont évolué séparément, au sein des cinq zones du vieux monde isolées par des obstacles naturels. Ce qui expliquerait l'inégalité des races humaines en ce qui concerne leur aptitude à dominer l'environnement.

Le principe de l'*adaptation physiologique*, dont nous étudierons plus loin le mécanisme, démontre que chaque population est «différemment modelée, pour répondre à des impératifs de milieux également différents». Ce «modelage» n'est pas dû à une plasticité de la nature humaine, mais à l'intervention de la *sélection naturelle*.

La tentative d'assimilation des Fuégiens à la culture européenne s'est soldée, on le sait, par l'extinction pure et simple de ce peuple. Les échecs de ce genre sont nombreux. Les ethnologues sont unanimes à reconnaître que lorsqu'un peuple primitif perd ses coutumes et ses traditions, par intégration forcée à une autre culture (à un autre *mode de vie*), il subit un certain nombre d'*agressions psychiques* et de défis, auxquels il est très mal armé pour répondre. Sa conduite lui étant dictée par l'habitude, le contact avec une société en perpétuelle évolution lui est mortel. D'où sa stérilisation, et même son désespoir. Ce fut le cas des Esquimaux, des Amérindiens, des Pygmées, de certains autres Africains (13).

De ce fait, on peut considérer que toute entreprise de déracinement d'une population dont la physiologie et la psychologie sont profondément liées (c'est-à-dire *adaptées*) à un genre de vie et à un environnement particuliers, constitue un acte insensé.

C.D. Darlington, l'auteur de *Genetics and Man* (Allen & Unwin, 1964) et *The Evolution of Man and Society* (Allen & Unwin, 1969), n'hésite pas à écrire que «ni les individus, ni les peuples ne peuvent être arbitrairement arrachés à leur milieu et à leurs occupations pour être placés ailleurs, même après une certaine période d'instruction ou d'entraînement (..). En refusant de reconnaître le *principe biologique*, les auteurs des systèmes modernes de pensée, tant libéraux que totalitaires, ont renié la part la plus précieuse de l'héritage que nous avait légué la sagesse de nos aînés».

---

des conjoints. L'évolution séparée de chacun de ces isolats peut alors l'amener à fixer à certains *loci* des allèles différents de ceux qui s'installeront dans les autres. D'après les données paléontologiques, ce processus de fragmentation s'est certainement produit très tôt au cours de l'évolution de l'espèce humaine» (*Le patrimoine génétique de l'humanité se dégrade-t-il ?*, in *Projet* n° 60, décembre 1971, pp. 1144-58).

D'importantes précisions à ce sujet ont été apportées au congrès de l'Association internationale pour l'étude du quaternaire, qui s'est tenu du 2 au 5 septembre 1969, à l'Unesco. Dans le compte-rendu qu'il lui a consacré, M. Bernard Vandermeersch, assistant au Laboratoire de paléontologie des vertébrés et de paléontologie humaine de la faculté des Sciences de Paris, directeur des fouilles sur le gisement moustérien de Qafzeh, écrit : «La présence en Afrique, au Proche-Orient et en Europe, de formes *sapiens* ou proche du type *sapiens* laisse croire à plusieurs centres évolutifs. L'homme moderne, comme les industries du paléolithique supérieur, a probablement une origine polycentrique (..). Le moustérien nous apparaît comme un complexe d'industries ayant suivi, selon l'expression de F. Bordes, une «évolution buissonnante». La plupart de ses rameaux se sont éteints à la fin du paléolithique moyen, alors que certains évoluaient pour donner le paléolithique supérieur. Ce dernier n'a pas une origine unique, en un seul lieu, mais au contraire toutes les recherches récentes montrent qu'il est apparu en plusieurs points de l'ancien monde» (*Les origines de l'homme moderne*, in *Atomes* (Vol. 25) n° 272, janvier 1970, pp. 5-12). M. Vandermeersch a également déclaré à *L'Express* (*Les surprises de la préhistoire*, 18-24 mai 1970) : «Il est plus raisonnable d'envisager une origine polycentrique de l'homme moderne, avec des évolutions variables selon les régions». Cette déclaration a été faite à Mme Jacqueline Giraud, qui conclut : «Puisqu'elle obéit aux lois générales de l'évolution, il n'y a aucune raison pour que l'apparition du rameau humain ait été exceptionnelle, localisée en un lieu privilégié. Il n'y a pas de raison non plus pour que ces précurseurs de l'homme, dispersés sur plusieurs continents, n'aient pas présenté les mêmes différences que les hommes du XXème siècle».

A ce sujet : Carleton S. Coon. *The Origin of Races*. Alfred A. Knopf, éd. New-York, 1962 ; Reginald Ruggles Gates. *Human Genetics* (2 vol.). Macmillan Co., éd. New-York, 1948 : Robert E. Kuttner (éd.) *Race and Modern Science*. Social Science Press, éd. New-York, 1967 ; H.B. Isherwood. *Racial Contours*. Times Longbooks, éd. Man, 1965 ; Raoul Hartweg. *Cours d'anthropologie physique et de paléontologie humaine* (3 vol.). Institut d'ethnologie de l'Université de Paris, s.d. ; Frank Miehle. *Racial Origins and Human Evolution*, in *The Mankind Quartely*. Vol. VII, n° 2, Edinburgh, 1966.

(13) Cf. Alan Moorehead. *Le péril blanc. L'invasion du Pacifique Sud, 1767-1840*. Plon, 1967 ; Robert Jaulin. *La paix blanche, ou l'ethnocide des Amérindiens*. Plon, 1964 ; Lucien Bodard. *Le massacre des Indiens*. Gallimard, 1969.

3 LE MECANISME DE L'EVOLUTION

Si l'accord est pratiquement réalisé en ce qui concerne les *modalités* de l'évolution, il est loin d'en être de même lorsqu'il s'agit d'en expliquer le *mécanisme* intime. Les positions à cet égard sont assez variées. Cependant (et sans en faire une distinction absolument rigoureuse), on peut dire que les grandes divergences ayant séparé les différentes *théories de l'évolution*, tiennent au fait que certains auteurs ont surtout privilégié l'influence des *facteurs extérieurs* (environnement, milieu), tandis que certains autres ont plus spécialement insisté sur les *facteurs intérieurs* (stock génétique, hérédité).

les illusions de Lamarck

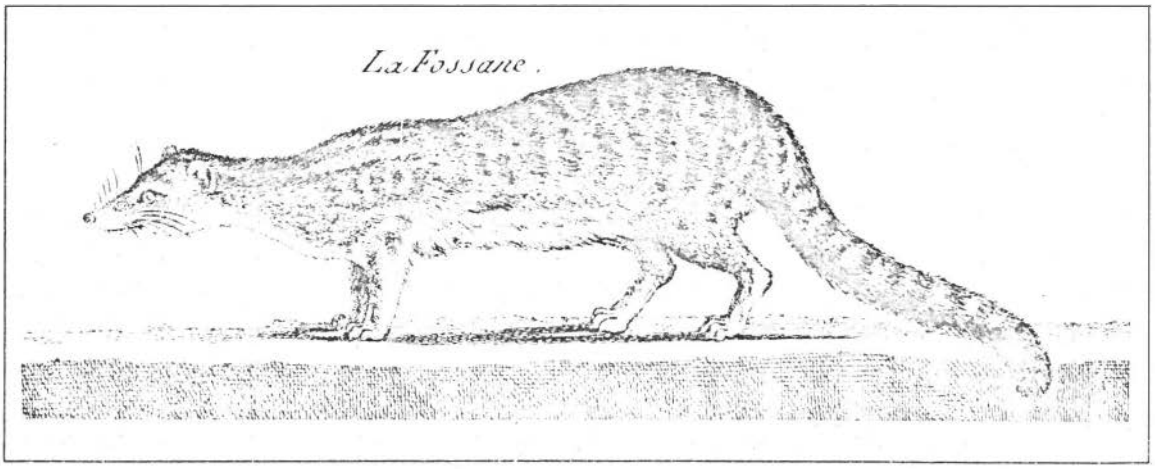
Le «grand ancêtre» des représentants de la première tendance est le naturaliste français Lamarck (1744-1829), originaire de Picardie. Sa théorie, énoncée à une époque où l'on ignorait tout de la structure cellulaire des organismes et des lois de l'hérédité, repose sur trois points principaux : la tendance au *progrès*, l'influence de l'*usage*, l'hérédité des *caractères acquis*.

D'après Lamarck, tout changement intervenant dans les circonstances extérieures, dans le milieu ambiant, provoque un changement au niveau des habitudes et du comportement des formes vivantes. En s'«institutionnalisant», en se *fixant*, cette altération répétée entraînerait à son tour une modification des formes, donnant ainsi naissance à de nouvelles espèces. Le milieu agirait ainsi, non pas d'une façon directe, mais indirecte, en provoquant une *réaction utile* dans l'organisme vivant. Expliquant les variations morphologiques et les phénomènes d'adaptation au milieu, Lamarck écrit : «Le besoin crée l'organe nécessaire, l'usage le fortifie et l'accroît considérablement ; le défaut d'usage, par contre, amène l'atrophie et la disparition de l'organe inutile». D'où la formule bien connue : *La fonction crée l'organe.*

Pour illustrer son propos, Lamarck donne des exemples devenus classiques. Le cou de la girafe se serait allongé par suite des efforts faits pour atteindre les hautes branches, dans les contrées semi-désertiques où l'herbe était rare, etc. Mais Lamarck ne propose aucun exemple concernant l'espèce humaine. Aujourd'hui, les néo-lamarckiens affirment volontiers que la peau des Noirs a foncé *pour* mieux résister à l'ardeur du soleil. Guyénot a fait remarquer qu'en anatomie comparée, «on s'exprime toujours de façon lamarckienne», dans la mesure où l'on recherche une *finalité* à chaque disposition anatomique.

Toujours selon Lamarck, les transformations provoquées par le milieu pourraient devenir héréditaires, dès lors qu'elles auraient une ampleur suffisante, ou qu'elles seraient répétées suffisamment dans le temps. Elles pourraient persister alors que les circonstances les ayant produites auraient disparu. *Le caractère acquis* serait donc bel et bien *conservé*.

Les néo-lamarckiens ont évidemment nuancé ces conceptions, en mettant plutôt l'accent sur l'action exercée *directement* par le milieu. La transmission des caractères nouveaux se ferait ainsi par l'intermédiaire du *cytoplasme*, lequel agirait à son tour sur le *génotype* du noyau. Ce postulat repose sur quelques exemples limités, telle l'apparente plasticité de certains organismes inférieurs, comme les vers planaires et l'hydre. Cette dernière semble avoir la propriété de pouvoir passer du mode de reproduction sexué à celui de la reproduction asexuée par simple modification de la température ambiante.



LE VOCABULAIRE DE LA QUESTION

ADAPTATION. On parle d'adaptation lorsqu'il y a ajustement de l'organisme aux conditions du *milieu.* L'animal adapté est celui qui peut vivre et se reproduire dans son milieu. Lorsque les êtres vivants ne sont pas adaptés, la *sélection naturelle* les élimine.

CARACTERE ACQUIS. Caractère indépendant de l'hérédité, dû aux effets du *milieu.* Exemples : musculature acquise par l'entraînement, teinture des cheveux. Lamarck faisait des caractères acquis l'un des piliers de sa théorie. On sait aujourd'hui qu'ils ne sont pas héréditaires.

CONVERGENCE. Phénomène que l'on rencontre souvent au cours de l'évolution, et qui se caractérise par l'apparition de fonctions analogues chez des organismes venant de groupes très différents. Exemple : développement des nageoires chez les poissons, certains reptiles fossiles, certains mammifères. La convergence ne s'oppose pas véritablement à la *diversification*, car elle est superficielle et ne repose pas sur des analogies anatomiques.

DIVERSIFICATION (ou DIFFERENCIATION). L'une des conséquences principales de l'évolution buissonnante des *phylum.* Elle aboutit à l'adaptation des *populations*, puis des *races*, des *espèces*, etc.

EMBRANCHEMENT. Groupe *systématique* comprenant plusieurs *classes.* L'embranchement des vertébrés comprend cinq classes : les poissons, les batraciens, les reptiles, les mammifères et les oiseaux.

ESPECE. L'espèce désigne un rassemblement d'êtres vivants se ressemblant, qui sont généralement susceptibles de se croiser seulement entre eux. Cette définition manque cependant de rigueur : la notion d'espèce correspond surtout à un concept utile, auquel le fait évolutif lui-même enlève toute valeur absolue. Un *genre* comprend plusieurs espèces, une espèce comprend plusieurs *races.* Exemple : l'espèce lion ou *felis leo.*

EXTINCTION. Phénomène biologique au cours duquel une *espèce* disparaît. Toutes les espèces sont périssables. Néanmoins, certaines persistent très longtemps (fossiles vivants d'aujourd'hui), tandis que d'autres s'éteignent rapidement. On connaît des espèces, comme le dronde et le pigeon migrateur, qui se sont éteintes à l'époque historique.

GENRE. Terme de classification prenant place entre la *famille* et l'*espèce.* Le genre *felis* comprend l'espèce lion, l'espèce panthère, etc.

HOMINISATION. Processus de formation de l'espèce humaine, dite *Homo sapiens.* L'hominisation a mis en jeu des phénomènes biologiques et des phénomènes culturels, les seconds dépendant d'ailleurs des premiers. Il existe plusieurs *races d'Homo sapiens*, dont on ignore si elles ont ou non une même origine (cf. *monogénisme, polygénisme, polyphylétisme*).

MACROEVOLUTION. Processus par lequel se sont formés les grands *phylum*, et par là même les principales catégories *systématiques : embranchement, ordre*, etc. Le phénomène de macroévolution (par opposition à la *microévolution*) implique un accroissement de la structure génétique, qui est encore mal compris.

MICROEVOLUTION. Processus de formation des *races*, des *espèces*, voire des *genres* nouveaux. La microévolution (par opposition à la *macroévolution*) est un mouvement de faible amplitude, dont la *théorie synthétique* et la génétique des populations rendent bien compte aujourd'hui.

MILIEU. Pour un organisme, tout ce qui est en dehors de son hérédité. Le milieu et l'hérédité jouent un grand rôle dans le développement de la vie. Le second phénomène a une action spécifique, de grande amplitude, durable et transmissible de génération en génération. Le premier a une action non spécifique, et joue un rôle de déclencheur par rapport au précédent, qu'il permet de mettre en évidence. L'influence exercée par le milieu est transitoire et généralement d'importance limitée, sauf s'il s'agit d'une *mutation.* Le rôle essentiel du milieu est de constituer un facteur de sélection.

MUTATION. Variation brusque, héréditaire d'emblée. Les mutations affectent obligatoirement un *chromosome* au moins, soit en un point particulier (mutation génique, ou ponctuelle), soit sur la totalité d'un segment (mutation chromosomique). Elles peuvent aussi consister en une anomalie du nombre des chromosomes. Ce phénomène, qui se produit constamment sous l'action des agents physiques (ultra-violets) et chimiques (acide nitreux, hydroxylamine, hypérite, etc.), est la cause principale des variations de formes vivantes. Il précède la sélection naturelle. Les mutations sont le plus souvent nocives ou neutres. Compte tenu du grand nombre d'individus de chaque *espèce* et de leur durée de vie, il s'en trouve cependant un assez grand nombre qui sont favorables.

En fait, le *lamarckisme* pêche de bien des côtés. Lamarck avait cru reconnaître une *tendance au progrès* dans l'évolution des systèmes vivants, croyance dont s'étaient immédiatement emparés les tenants de l'illusion *progressiste*. Mais Guyénot fait remarquer que le naturaliste n'a donné aucune explication «aux dispositions qui semblent faites pour une fonction qu'elles ne remplissent pas». Il a également passé sous silence le problème des variations *non adaptatives*, qui ne représentent nullement un progrès et compromettent au contraire la survie des espèces. Il n'a pas expliqué non plus les *monstruosités* naturelles, les orthogenèses qui dépassent leur but, comme chez certains cervidés, etc.

Quant au postulat de l'hérédité de l'acquis, discrédité par les expériences du Soviétique Lyssenko (dont il sera parlé plus loin), il est aujourd'hui considéré comme une impasse par tous les biologistes (13 bis).

Darwin : la sélection naturelle

Nous avons précisé qu'au retour de son voyage autour du monde, Darwin était déjà convaincu de la réalité de l'évolution. Il lui restait encore à en identifier le *moteur*. Son livre principal, *The Origin of Species*, avance une explication. Celle-ci, fruit de vingt années de recherches et de méditations, fut fortement influencée, d'une part, par les travaux de Malthus sur la *lutte pour la vie* : à l'état naturel, seuls les enfants les plus robustes parviennent à l'âge adulte, et peuvent engendrer une descendance ; d'autre part, par la pratique de la *sélection artificielle*, utilisée par les éleveurs et les horticulteurs pour modifier les formes végétales et animales, et améliorer leurs qualités en croisant entre eux les *meilleurs*.

L'essentiel de la théorie explicative de Darwin tient donc en deux termes : *variation, sélection naturelle*.

Fort des observations auxquelles il s'est livré, Darwin constate la réalité d'une *variation* à l'intérieur de chaque espèce. Cette variation se produit en tous sens : elle peut être avantageuse ou désavantageuse. Puis Darwin met en doute l'importance des facteurs extérieurs. Il s'aperçoit, en effet, que des variations identiques peuvent affecter des organismes soumis à des conditions de vie radicalement différentes. Mais il avoue ignorer les causes de cette variabilité, et tend à admettre que l'usage ou le non-usage peuvent jouer un rôle décisif.

A l'instar de Malthus, Darwin estime que l'accroissement du nombre des individus au sein des espèces est limité par une âpre *lutte pour l'existence*, qui réalise de façon *naturelle* la *sélection* que les éleveurs pratiquent *artificiellement*. Cette sélection se traduit par une sorte de *tri*, qui aboutit à la survivance des plus aptes, et à l'élimination des moins aptes. Reprenant l'exemple de la girafe, Darwin explique son apparition, non par l'*adaptation* des organes aux besoins, mais par la *conservation*, au sein d'une espèce ancienne, des individus pourvus d'une taille suffisamment élevée pour leur permettre de brouter la végétation des branches les plus hautes, en période de disette ; et par l'*élimination* des individus trop petits, devenus incapables de se nourrir (et aussi de se défendre efficacement contre les carnassiers).

L'évolution serait donc fonction de la *variabilité* et de la *concurrence*. Une variabilité de faible ampleur, jointe à une vive concurrence, entraînerait la disparition de l'espèce. Dans les mêmes conditions de concurrence, une variabilité élevée assurerait au contraire la survie de l'espèce, donc son évolution et sa diversification.

A la sélection naturelle, Darwin ajoutera plus tard la *sélection sexuelle*. Anticipant brillamment sur les travaux de l'éthologie moderne (Lorenz, Tinbergen, Carpenter), il remarquera que les mâles, brillamment colorés, possèdent des glandes plus odorantes, qu'ils luttent entre eux pour l'obtention des femelles, et que les *plus forts*, après avoir écarté leurs rivaux, sont les seuls à pouvoir procréer. D'autre part, les femelles les plus belles choisissent, elles aussi, les mâles les plus vigoureux et les mieux conformés.

Il est incontestable que les idées de Darwin, de par le retentissement qu'elles connurent, permirent le progrès des idées, et qu'elles ouvrirent «une ère nouvelle dans l'histoire de la biologie et de la pensée» (Jean Rostand). Aujourd'hui encore, elles sont au coeur de ce que l'on appelle la *théorie synthétique*. Certaines critiques peuvent cependant leur être adressées.

C'est ainsi que les variations, qui jouent un rôle essentiel dans la théorie darwienne, sont bien souvent de

---

(13 bis) Aucun biologiste vivant ne se dit plus «lamarckien». Paul Wintrebert, décédé voici quelques années, avait proposé un véritable lamarckisme chimique, mais son système, intéressant par certains côtés, restait quand même peu convaincant (cf. P. Wintrebert. *Le vivant «créateur» de son évolution*. Masson, 1962 ; *Le développement du vivant par lui-même*. Masson, 1964 ; *L'existence délivrée de l'existentialisme*. Masson, 1965).

On considère parfois comme du «lamarckisme atténué» les propositions beaucoup plus sérieuses de C.H. Waddington, qui tiennent compte des acquis du néo-darwinisme et de la génétique moderne. Waddington estime que les systèmes ontogénétiques favorisent une certaine *orientation* des mutations. Sa théorie prétend d'ailleurs compléter la théorie synthétique, et non la combattre (cf. C.H. Waddington. *The Strategy of Genes*. Allen & Unwin, éd. London, 1957).

LE VOCABULAIRE (suite)

MONOGENISME. En paléontologie humaine, théorie selon laquelle les *races* humaines actuelles dérivent d'une même souche d'*Homo sapiens* fossile. Antonyme : *polygénisme.*

ONTOGENESE. Les individus pluricellulaires se développent, à partir de l'oeuf (ovule fécondé par un spermatozoïde) jusqu'à l'état adulte, par un phénomène d'ontogenèse. E. Haeckel avait formulé une loi biogénétique fondamentale, selon laquelle l'ontogenèse récapitulerait la *phylogenèse* (ou évolution des espèces). Sans être applicable d'une façon rigoureuse, cette formule conserve une signification statistiquement valable.

ORTHOGENESE. Phénomène d'évolution «en ligne droite», dirigé dans un même sens. Exemple : l'augmentation constante de la taille dans un grand nombre de lignées évolutives (le cheval notamment). L'orthogenèse apparaît dans certains cas comme une loi de l'évolution. Lorsque des organes se développent à tel point qu'ils deviennent aberrants et hypertrophiés, elle aboutit à l'extinction de l'espèce (excès de spécialisation) : corps trop volumineux des dinosaures, cornes gigantesques du mégacéros, etc.

ORTHOSELECTION. Phénomène qui se produit lorsque la *sélection* agit durant une longue période dans la même direction. L'orthosélection aboutit à des *convergences* entre les formes. Elle se distingue de l'*orthogenèse*, bien que celle-ci puisse parfois en découler.

PHYLOGENESE. Développement des espèces au cours de l'évolution. La phylogenèse aboutit à la formation des *phylum*, ou lignées de développement, par suite d'un processus de *diversification*. La paléontologie permet de retracer la phylogenèse, que l'*ontogenèse* des êtres vivants les plus évolués récapitule en partie.

PHYLUM. Groupe *systématique* apparaissant par *diversification* dans le cours de l'évolution buissonnante.

POLYGENISME. Théorie selon laquelle les *races* humaines actuelles dérivent de plusieurs fossiles préhumains non *Homo sapiens* (la *diversification* étant intervenue à un stade antérieur). Longtemps rejeté, le polygénisme (à ne pas confondre avec le *polyphylétisme*) obtient aujourd'hui des suffrages de plus en plus nombreux dans les milieux scientifiques. Antonyme : *monogénisme.*

POLYMORPHISME. Synonyme de variabilité génétique. Le polymorphisme est une conséquence des *mutations*. Toutes les populations naturelles sont polymorphes, ce qui revient à dire que les individus qui les composent sont différents.

POLYPHYLETISME. Théorie selon laquelle les *races* humaines actuelles dérivent de *phylum* différents. Selon le polyphylétisme intégral, chacun des grands blocs raciaux dériverait d'une souche distincte de singes anthropoïdes : les Blancs, des chimpanzés ; les Jaunes, de l'orang-outan ; les Noirs, du gorille. Contrairement au *polygénisme*, cette hypothèse ne compte plus guère d'adeptes aujourd'hui.

RACE. Catégorie *systématique* venant immédiatement après l'*espèce*. L'espèce chien comprend plusieurs races, de même que l'espèce *Homo sapiens*. Comme tout concept systématique, sa signification est surtout statistique, ce qui ne signifie pas que les différences raciales soient faibles ou négligeables. Certains chercheurs assimilent aujourd'hui la race à la *population*, mais le plus grand nombre continue à considérer celle-ci comme un ensemble plus restreint.

REGRESSION. Evolution s'effectuant apparemment en sens inverse de l'évolution progressive (ou *anagenèse*). Des organes, comme les membres des serpents, peuvent disparaître à jamais. Toutefois, la régression n'est pas une «évolution normale inversée». Elle suit une autre voie, car l'évolution ne revient jamais en arrière.

SELECTION NATURELLE. Ensemble des phénomènes partiellement mis en évidence par Darwin, qui font que tous les individus n'ont pas les mêmes chances de fécondité. La sélection se manifeste par la destruction de certaines formes relativement chétives ou mal adaptées, et par une fécondité différentielle, impliquant que certaines catégories auront au moins plus d'enfants que les autres. Dans certains cas-limites, seuls quelques individus laisseront une descendance : leurs génotypes seront alors sélectionnés. Les sélections s'ajoutent aux *mutations* pour rendre compte de l'évolution.

SPECIATION. Passage de l'état de population à celui d'*espèce* distincte. L'isolement favorise la spéciation. La *migration* génétique, impliquant le métissage, empêche sa réalisation.

SYSTEMATIQUE. Science de la classification des formes vivantes. En allant du plus vaste au plus restreint, on distingue le *règne* (animal ou végétal), l'*embranchement*, la *classe*, l'*ordre*, la *famille*, le *genre*, l'*espèce*, la *race* (la *population*), l'*individu*.

LA SELECTION NATURELLE SCRUTE JOURNELLEMENT, A TOUTE HEURE ET A TRAVERS LE MONDE ENTIER, CHAQUE VARIATION, MEME LA PLUS IMPERCEPTIBLE, POUR REJETER CE QUI EST MAUVAIS, CONSERVER ET AJOUTER TOUT CE QUI EST BON. ELLE TRAVAILLE AINSI, INSENSIBLEMENT ET EN SILENCE, PARTOUT ET TOUJOURS, DES QUE L'OPPORTUNITE S'EN PRESENTE, AU PERFECTIONNEMENT DE CHAQUE ETRE ORGANISE PAR RAPPORT A SES CONDITIONS D'EXISTENCE ORGANIQUES ET INORGANIQUES.

Charles Darwin

simples *somations*, c'est-à-dire des modifications non héréditaires (au contraire des *mutations*) (14). Cette confusion restrient évidemment la portée des conclusions tirées par Darwin, qui, pour expliquer la *variabilité*, finit par avoir recours à l'hérédité des caractères acquis.

La réalité de la lutte pour la vie est un fait qu'il n'est évidemment pas question de nier. Toutefois, cet élément n'est pas le seul à contribuer à l'équilibre biologique des espèces. L'intervention des facteurs climatiques, par exemple, peut entraîner, en dehors de toute sélection, l'élimination massive des individus de telle ou telle catégorie. En outre, les aspects *qualitatifs* de la sélection intervenant au cours de la période embryonnaire ou larvaire (laquelle ne doit rien à la «lutte pour la vie»), quoique probables, sont encore mal connus. Bref, pour les *néo-mutationnistes*, la sélection naturelle apparaît plutôt sous l'angle négatif, comme un processus d'*élimination du pire* (infirmes et tarés non viables). La mort, dans cette perspective, n'est pas différenciatrice, mais conservatrice.

Dans la théorie synthétique moderne, la sélection naturelle intervient plutôt dans les mécanismes d'adaptation. Simpson écrit : «La sélection n'est pas avant tout un processus d'élimination. C'est un processus de reproduction différentiel».

Weissmann, De Vries et les mutations

Venant après Darwin, le naturaliste allemand August Weismann (1834-1914) s'est plus spécialement préoccupé de la façon dont se transmettait l'*hérédité*. Etant mieux informé des problèmes de cytologie, il est parvenu à démontrer que tout organisme supérieur comprend deux constituants bien distincts : le *soma* (ensemble des caractères physiques périssables) et le *germen* (ou stock héréditaire, qui dure aussi longtemps qu'il se transmet aux descendants). Toute variation due au milieu, par exemple une blessure, la perte d'un membre, etc., n'affecte que le *soma*. Elle est sans action sur le *germen*. En revanche, toute variation affectant le *germen* se montre d'emblée héréditaire.

Cette distinction, qui paraît évidente aujourd'hui, est d'une très grande importance. Elle a le mérite d'anticiper des développements plus récents, et de circonscrire le champ d'intervention de l'hérédité. Weismann a d'ailleurs décrit ses *déterminants* comme des particules matérielles très petites, correspondant à chaque détail constitutif de l'organisme, qui seront ultérieurement identifiées aux *gènes*. Il donnait à sa théorie le nom de *néo-darwinisme*.

En 1886, le botaniste néerlandais Hugo De Vries (1848-1935) observe, au sein d'une culture d'onagres, l'apparition de formes nouvelles nettement différenciées par rapport au type spécifique. Les variations affectent la forme des feuilles et la hauteur des plantes. Ayant fait, l'été suivant, de nouvelles observations sur ces plantes ornementales, il découvre encore dix spécimens d'un type nouveau. De Vries constate que ces variations sont *brutales*, *héréditaires*. Il les désigne du nom de *mutations*, et considère qu'elles donnent naissance à des *espèces nouvelles*. Il en conclut que «ces organismes sont des ensembles composés d'éléments distincts, délimités, indépendants».

Peu après, De Vries redécouvre les travaux du moine autrichien Gregor Mendel, sur l'hybridation végétale et les lois de l'hérédité. Il en vérifie le bien-fondé, et en reconnaît l'importance.

L'interprétation des expériences de Hugo De Vries n'a pu être faite qu'à une date relativement tardive. Elle est à la base de la théorie synthétique, ou *néo-mutationnisme*, théorie élaborée, en différents pays, par des chercheurs tels que J.B.S. Haldane, Julian Huxley, C.D. Darlington, Fisher, Waddington et Ford

(14) On distingue deux types de variations non héréditaires : les modifications dues au milieu, qui n'affectent aucun chromosome ; et les mutations qui affectent les chromosomes des cellules somatiques, mais n'atteignent pas les cellules germinales. Dans ce dernier cas, il s'agit bien de mutations, mais de mutations non transmissibles aux descendants.

(Grande-Bretagne), Müller, Dobzhansky, Wright, Simpson, Mayr, Dice et Stebbins (Etats-Unis), Timofeeff, Ressorvsky et Rensch (Allemagne), Chetverykov et Dubinine (Russie), Teisser (France) et Buzzati-Traverso (Italie).

Les unités biologiques étant, non pas les *espèces*, qui représentent un grand nombre de races, mais les *races* elles-mêmes, le problème essentiel de l'évolution consiste à découvrir comment une espèce élémentaire donne naissance à une autre, une race à une race différente. Or, grâce à De Vries, les variations héréditaires évolutives, fruits de brusques modifications du patrimoine héréditaire, sont maintenant connues : ce sont les mutations. On en distingue trois sortes : les mutations de *gènes*, les mutations de *chromosomes* et les variations dans le nombre des chromosomes.

mode et taux de mutation

1) Les mutations de gènes. Depuis les travaux de Crick et Watson sur la *structure du gène* (particule matérielle localisée sur les chromosomes, responsable des caractères psychiques et physiques de l'individu), ces mutations sont définies comme des altérations de la séquence spécifique des bases (adénine, guanine, thymine, cytosine) au niveau des nucléotides. L'étude des chromosomes salivaires de la mouche drosophile a mis en évidence un mode de mutation de gènes par anomalie de position. Ce phénomène est également lié à une anomalie de la séquence des bases.

2) Les mutations de chromosomes. Modifiant la *structure* même des chromosomes, ces mutations résultent de ruptures s'effectuant dans un même chromosome, soit par *inversion* (retournement à 180° d'un ou plusieurs fragments du chromosome, lesquels reprennent ensuite leur place), soit par *déficience* (perte d'un segment du chromosome), soit encore par *duplication* (dédoublement d'une partie d'un chromosome), soit enfin par *translocation* (interchangement de fragments libérés à la rupture de deux chromosomes non homologues). Leur intérêt est plus limité, du fait qu'elles continuent à mettre en jeu les mêmes gènes.

3) Les variations dans le nombre des chromosomes. Surtout fréquentes chez les végétaux, ces mutations correspondent à une augmentation ou à une diminution du nombre des chromosomes. On parle de *monosomie* lorsqu'un individu se développe uniquement à partir d'un gamète, ce qui est le cas lors des phénomènes de *parthénogenèse* non suivis d'un dédoublement du nombre des chromosomes ne possédant que la moitié du stock chromosomique normal (*diploïdie*). Plus intéressante d'un point de vue évolutif, la *polyploïdie* correspond à une multiplication de *tous* les chromosomes (triploïdie, tetraploïdie, etc.). L'*aneuploïdie*, enfin, ne concerne qu'un chromosome unique : s'il est seul à manquer, on se trouve en face d'une monosomie ; s'il s'en ajoute un aux deux autres normalement présents, c'est une *polysomie*, dont le mongolisme (trois chromosomes au lieu de deux à la paire n° 21) est un exemple classique.

Le taux de mutation peut être modifié par certains facteurs externes, parmi lesquels il faut d'abord citer les *radiations ionisantes*. Les travaux de Müller ont en effet démontré que le taux de mutation est directement proportionnel à la *dose* totale de radiations exprimée en unités roentgen, celle-ci étant indépendante de la nature des radiations, de leur longueur d'ondes, et aussi du facteur temps (une même dose administrée en une ou plusieurs fois, pendant une brève ou une longue période de temps, produit le même effet).

Interviennent également sur le taux de mutation : les variations de température, qui agissent proportionnellement à l'amplitude, et divers composés chimiques, comme le formol, l'hypérite, le gaz moutarde, le phénol, l'uréthane, l'eau oxygénée, le diazométhane, les sulfamides, la plupart des antibiotiques, la caféine, la théophyline, l'acide nitreux, les analogues de base, l'hydroxylamine, les acridines, etc.

le milieu est aveugle

Les mutations, quelle que soit leur nature, apparaissent toujours brutalement, et sont d'emblée héréditaires et *totales*. Elles sont aussi universelles, et représentent donc des possibilités de transformation quasi-illimitées. Enfin, comme elles n'atteignent qu'un ou plusieurs individus, au milieu d'une foule de plusieurs milliers d'autres individus vivant dans les mêmes conditions, il apparaît bien difficile d'en rattacher l'origine à la seule action du milieu. Cette action, en effet, reste aveugle. Au cours de leurs expériences, qui marquèrent les débuts de la biologie moléculaire, Luria et Delbruck ont démontré que *la mutation précède toujours la sélection*. Autrement dit, *les mutations se produisent au hasard* ; seule la sélection leur confère une valeur spécifique. Il est donc inexact de dire que le milieu favorise la *formation* de la «bonne» mutation.

On affirme parfois que les mutations se traduisent le plus souvent par des régressions, et non par des complications. Il existe cependant de nombreux exemples de variations par excès, comme les *mutations polydactyles* (augmentation du nombre des doigts), particulièrement fréquentes chez l'homme, et celles qui produisent l'hypergénésie dentaire (dents en surnombre). D'autres mutations peuvent totalement bouleverser l'équilibre de l'organisme. Telle est la *phocomélie*, qui entraîne chez l'homme une réduction

des membres telle que les mains semblent fixées aux épaules, ou encore l'*amélie*, où les membres font totalement défaut. Ces mutations peuvent être considérées comme homologues des grandes mutations responsables de la macroévolution. On remarquera d'ailleurs l'analogie de ces monstruosités avec certaines formes *aberrantes* de mammifères, comme les *phoques* et les *cétacés*.

Les mutations correspondent donc à *un processus de différenciation discontinu*. Elles s'observent dans toutes les espèces animales et végétales, et représentent des possibilités universelles de transformation. Leur amplitude est quelconque, puisqu'elles s'échelonnent depuis les grandes monstruosités tératologiques jusqu'aux petites variations acceptables pour la vitalité des organismes. Elles s'avèrent ainsi comme le matériel brut du processus évolutif et représentent, avec la sélection naturelle, un facteur primordial de l'évolution.

fécondité différentielle

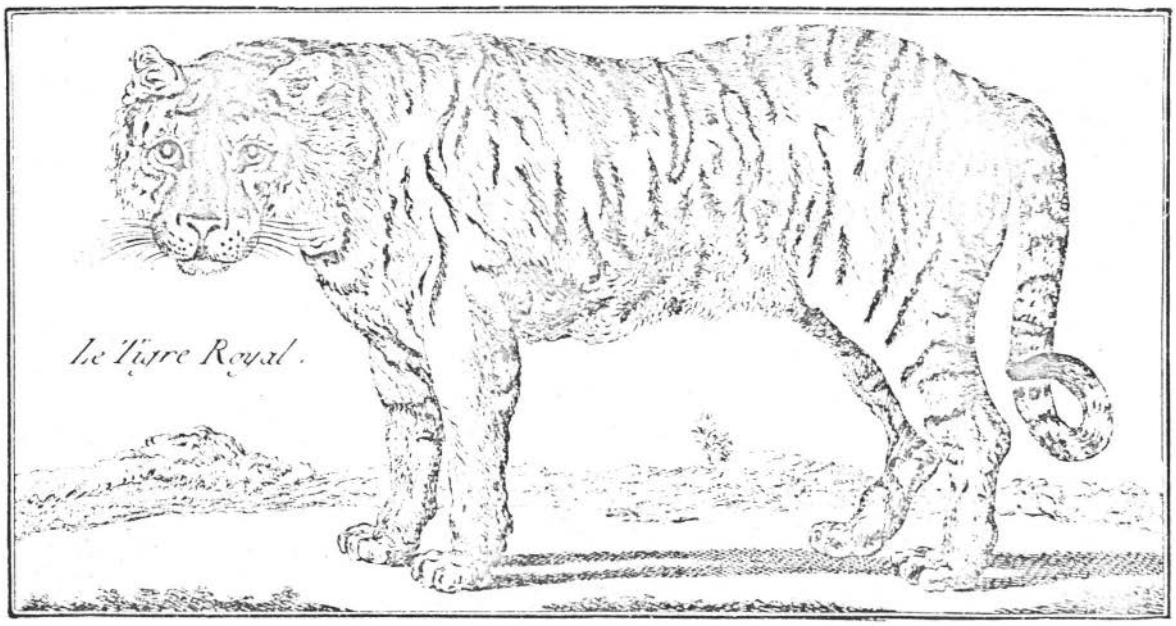
L'essentiel de la théorie de Darwin était basé sur le fait qu'il naît toujours *beaucoup plus* d'organismes qu'il n'en peut vivre. C'est là un fait universel, depuis la plus simple cellule jusqu'à l'humain. Chez certains poissons, une femelle peut pondre jusqu'à cent millions d'œufs au cours de son existence. Chez les végétaux, la disproportion entre le nombre des graines et celui des plants arrivant à l'âge adulte est encore plus grande. «A chaque émission de liquide séminal humain, trois cents millions de spermatozoïdes, c'est-à-dire à peu près l'équivalent de la population de l'Europe occidentale, sont émis» (Maurice Marois). Darwin en était donc arrivé à admettre l'existence d'une concurrence vitale, d'une véritable *lutte pour la vie*, permettant l'élimination des désavantagés et des inaptes.

Cette théorie, où la *mort* constitue le principal agent de différenciation, a d'abord provoqué des discussions interminables. Certains critiques se sont déchaînés à son encontre. Les recherches expérimentales qui ont été menées pour l'éprouver ne l'en ont pas moins confortée.

Les travaux ayant précisé le rôle de l'*homochromie* (un organe est homochrome lorsque sa couleur s'harmonise avec celle du milieu) ont montré que ce phénomène est incontestablement la cause de la survie de certaines espèces : insectes échappant à la vue des prédateurs, animaux nocturnes de couleur sombre, lapin des neiges se confondant avec la blancheur de l'environnement, etc. Plus récemment, Lamotte a observé qu'en période d'activité, certains escargots sont plus facilement dévorés par les merles lorsque leur coquille se trouve dépourvue de bandes colorées. De tels exemples ont un caractère sélectif de type purement darwinien.

Toutefois, les néo-mutationnistes, tout en voyant dans la sélection naturelle un des principaux agents de l'évolution, estiment que son rôle est plus complexe et plus nuancé que ne l'avait admis Darwin. Ils considèrent que la concurrence vitale, la lutte pour la vie n'en sont pas les seuls aspects.

Konrad Lorenz a établi que l'agressivité, chez les animaux, se traduit le plus souvent par un processus d'intimidation, comme c'est le cas chez les singes hurleurs. L'étude des babouins (dans leur milieu naturel) a également montré que la sélection peut favoriser l'association ou la coopération à l'intérieur du groupe.



Mais, pour le néo-transformisme, l'élément capital de la sélection réside dans le *degré de fécondité*, et dans l'efficacité du mode de reproduction. A la notion de «mort différentielle» se substitue, en quelque sorte, celle de *reproduction différentielle*. Dans cette perspective, l'étude de la sélection devient l'oeuvre des statisticiens, ce qui explique que l'analyse mathématique ait été introduite dans le domaine de la biologie, en Grande-Bretagne par Haldane et R.A. Fisher, et par Wright aux Etats-Unis. Ce dernier, notamment, a souligné l'intérêt qu'il y avait à étudier le volume d'une population ne comprenant que des individus en état de se reproduire, et montré que la sélection pouvait varier considérablement suivant l'importance des groupes d'individus.

Dans une population se situant entre cinquante et cent individus, par exemple, l'évolution du groupe devient *hasardeuse*. Compte tenu de la faible signification statistique de l'échantillonnage, les événements aléatoires ont un effet très grand. Si le coefficient de sélection et le taux de mutation propres à l'une des formes d'un gène (ou *allèle*) laissent prévoir sa rareté, cette forme peut se perdre ou, au contraire, apparaître comme momentanément fréquente.

L'effet décrit par Wright se manifeste, bien entendu, avec un certain nombre de déviations par rapport au type d'origine. Ce qui permet d'expliquer la surprenante diversité des faunes insulaires. C'est ainsi qu'en mer Adriatique, les *lézards* que l'on trouve dans les grandes îles ne se distinguent pratiquement pas des formes continentales, tandis que, dans les petites îles, on remarque une différenciation d'autant plus marquée que le territoire est réduit.

On peut donc dire que, pour le néo-mutationnisme, la sélection naturelle joue un rôle plus *actif* que ne le pensait Darwin, en ce sens qu'elle réalise des combinaisons génétiques que les seuls mécanismes mendéliens n'auraient pas pu produire. Son action ne se borne plus à «une canalisation dans un sens restrictif : elle est également créatrice, en faisant naître une progression dans un sens défini». Elle est, somme toute, le processus décisif qui *oriente l'adaptation*.

l'isolement

Bien qu'elles soient assez rares à première vue, les mutations, chez certaines races particulièrement prolifiques, se manifestent presque de façon journalière. De ce fait, et même si seules quelques mutations se trouvaient effectivement *fixées*, les races et les espèces devraient être rapidement fractionnées. Or, il n'en est rien. Nous observons même, dans la nature, une remarquable *stabilité* des différences raciales, ce qui laisse supposer que l'immense majorité des mutations naturelles sont *éliminées*.

Pour expliquer ce phénomène, il faut tenir compte, non seulement du fait que la plupart des mutations ne présentent aucun intérêt *positif*, mais aussi du processus de l'*amphimixie*, c'est-à-dire du croisement (du métissage) de la forme mutante avec la souche dont elle est issue.

Pour qu'une mutation subsiste, il faut, non seulement qu'elle présente un intérêt du point de vue évolutif, mais encore que des conditions particulières d'*isolement* (de *ségrégation*) favorisent la survie et le développement de la nouvelle race de mutants, et leur permettent de se croiser exclusivement (ou presque exclusivement) entre eux. Cet isolement peut être *géographique*, *écologique* ou *génétique*.

Les chaînes de montagnes constituent pour certains animaux, comme les bouquetins, des obstacles pratiquement insurmontables. Leur territoire s'y trouve étroitement circonscrit. Le morcellement des continents a également favorisé le développement d'*évolutions divergentes*. La séparation de l'Europe et de l'Amérique du nord a, par exemple, abouti à la formation de deux espèces distinctes de castors et de bisons. Quant à l'isolement insulaire, dont nous connaissons maintenant l'importance, il est bien évident qu'il favorise, plus que tout autre, l'éclosion d'une grande richesse de formes. C'est la raison pour laquelle on trouve souvent, sur les îles, des formes *naines* ou *géantes*, et des variétés dont il n'y a nulle part ailleurs l'équivalent.

L'isolement peut aussi dépendre de l'écologie, du climat, du mode de vie, de l'habitat, etc., la *tolérance* du mutant vis-à-vis des facteurs environnants (moeurs, périodes de reproduction) étant évidemment susceptible de varier. Quant à l'*isolement génétique*, il résulte de l'absence d'attrait sexuel entre le mutant et la forme d'origine ou, plus simplement, d'une modification des organes copulateurs.

Il est également possible qu'un changement de milieu favorise l'extension de la race mutante, et que celle-ci supplante alors la forme-souche. C'est ce qui se passe dans le cas des insectes aptères des îles très ventées.

vraie et fausse adaptation

Grâce aux mutations, des races nouvelles peuvent donc apparaître. Certaines, après avoir plus ou moins végété, disparaîtront. D'autres se perpétueront. Mais il leur faudra subir l'effet de la sélection naturelle, qui opérera un tri parmi elles, et n'en laissera subsister qu'une minorité. De ces formes subsistantes, on dira qu'elles sont *adaptées* à leur milieu.

Dans le domaine de l'*adaptation*, les idées sont encore imprégnées de créationnisme. «Aucun animal, disait

Bernardin de Saint-Pierre, n'a manqué d'un membre nécessaire, ou n'en a reçu d'inutile». Cette conception est encore celle de certains naturalistes. On cite toujours des exemples d'adaptation positive particulièrement frappants : les ailes des oiseaux, la patte fouisseuse de la taupe, la palmure des animaux aquatiques, l'absence d'yeux chez les organismes cavernicoles, l'adaptation à la plongée du manchot, etc. Mais on parle moins souvent des adaptations *défectueuses*. Or, si la palmure des canards est d'une utilité évidente, il existe de très nombreux oiseaux aquatiques, comme les poules d'eau, qui n'en ont pas ou ne possèdent que des franges en bordure des doigts. De même, les caractères déterminant l'adaptation à la vie fouisseuse chez la taupe (petits yeux, pattes antérieures courtes et munies de griffes, etc.) ne se rencontrent nullement chez des rongeurs comme le *cynomys* (ou chien de prairie), qui creuse pourtant des galeries de plusieurs mètres de long, et rejette des collines de terre pouvant atteindre 1,60 m de haut.

Lamarck, nous l'avons vu plus haut, explique l'adaptation par l'hérédité des caractères acquis. Darwin, au contraire, fait intervenir la sélection naturelle. Or, nous savons que la sélection tend précisément à conserver le *type moyen*, ce qui explique l'uniformité relative des espèces sauvages, tandis que sa suppression provoque, par conservation *générale* des races mutantes, une prolifération de formes que présentent les formes domestiques.

Dans le phénomène d'adaptation, la sélection supprime donc directement le plus mauvais : seules les mutations très défavorables, ou non viables, sont éliminées. Cette observation doit toutefois être nuancée en fonction des circonstances. C'est ainsi que la perte du vol chez un oiseau (comme le cormoran des îles Galapagos), n'entraîne pas obligatoirement l'extinction, dans la mesure, du moins, où l'habitat ne comprend pas de carnassiers. De même, si la perte de la vue est plus courante dans les habitats cavernicoles, où elle est sans conséquences graves, il existe aussi des animaux vivant dans les mêmes conditions, qui ont conservé leurs yeux (et qui en ont même de géants). Inversement certains animaux terrestres et marins (à faible profondeur) sont totalement frappés de cécité.

Somme toute, l'observation de la nature laisse apparaître des défauts, des erreurs (organes disproportionnés résultant d'une orthogenèse ayant fini par dépasser son but), bref, une certaine *relativité de l'adaptation*.

Notons enfin que des organes apparemment sans importance peuvent se révéler parfaitement adaptatifs en certaines circonstances. Ainsi un oiseau terrestre pourra vivre sans trop de difficultés avec des pattes palmées. Si, du fait d'une modification climatique ou géologique, il se trouve brutalement plongé en milieu semi-aquatique, cette disposition palmaire se révèlera un avantage certain. On parlera alors de *préadaptation* de l'organisme aux variations du milieu (exemple des germes résistant aux antibiotiques).

Contrairement aux végétaux, qui doivent subir leur processus d'adaptation d'une façon passive, certains animaux capables de mouvements, l'homme en particulier, ont la possibilité (plus ou moins grande) de s'*émanciper par rapport à leur milieu d'origine*.

Le jeune zoologue Davenport remarquait, dès 1903, que l'adaptation des individus au milieu s'effectue par un double processus sélectif : *sélection par l'individu* du milieu le plus convenable, *sélection par le milieu* de l'organisation la plus appropriée. Ce rapport dialectique n'est malheureusement pas toujours clairement perçu. Il a même pu servir «de soutien à la croyance illusoire selon laquelle races et individus sont modelés par un milieu qu'ils ont eux-mêmes choisi», écrit C.D. Darlington, qui ajoute : «L'homme est doué d'une remarquable faculté d'adaptation, non du fait de la plasticité de son individu, mais du fait de l'infinie variabilité des races et des espèces. Cette variabilité, il est vrai, *se déguise* en plasticité individuelle. Cela tient à ce que les individus de types variés, dans la mesure où ils sont mentalement normaux, cherchent avec autant d'adresse que de persévérance à trouver le milieu qui leur convient, plutôt que de s'adapter à un mauvais milieu».

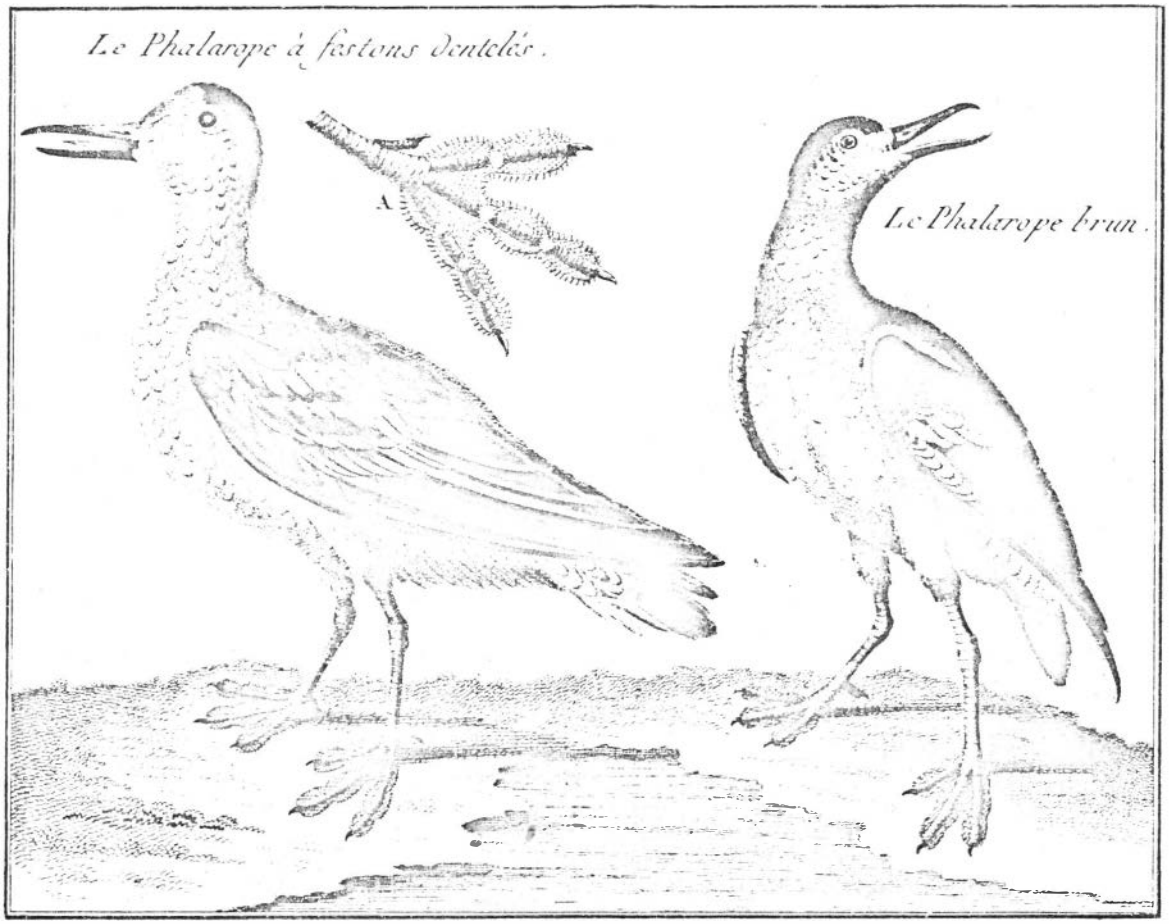
l'hérédité de l'acquis

L'étude des processus d'adaptation a l'avantage, entre autres, d'apporter une solution à l'irritant problème de l'*hérédité des caractères acquis*. Nous avons vu que cette conception très particulière de l'hérédité était à la base du système explicatif de Lamarck, et que Darwin, à la fin de sa vie, s'y était lui-même plus ou moins rallié. Dans cette perspective, les caractères apparus au sein d'un organisme au cours de son existence, en réaction au jeu des facteurs externes, seraient susceptibles de devenir héréditaires.

L'accroissement par le sport du système musculaire ou l'apprentissage d'une langue étrangère étant des caractères acquis, leur hérédité avec le temps pourrait, à la limite, être envisagée sérieusement.

L'hérédité de l'acquis fut pour la première fois mise en doute par Weismann, qui fit observer que les caractères dus à des «événements» ayant affecté le *soma*, ne peuvent en aucun cas toucher le *germen*, et disparaissent lors de la mort de l'individu.

D'innombrables expériences de laboratoire ont donné raison à Weismann, et infirmé la thèse de Lamarck. On a eu beau couper la queue à des générations de souriceaux, celle-ci a toujours «repoussé» chez les descendants. Et la dépigmentation que l'on constate chez certains vivants du fait de l'obscurité, n'est que provisoire : le pigment revient avec la lumière.



Les lamarckiens ont objecté à ces résultats que les expériences étaient de trop courte durée pour être concluantes. «Le passage du phénotype au génotype, écrit Caullery, ne peut être démontré qu'à la faveur d'un laps de temps suffisant, d'un ordre de grandeur très supérieur à celui des durées humaines». M. Emile Guyénot a répondu à cet argument qu'on voit assez mal pourquoi un passage qui ne se serait pas produit au bout de cent générations, devrait avoir lieu au bout de mille générations. Il n'y aurait donc pas lieu de prendre en considération l'aspect *chronologique* des choses, sinon, comme le souligne Hovasse, du point de vue du *calcul des probabilités*, afin de tenir compte des mutations.

«Examiné à la lumière d'une critique basée sur la génétique moderne, précise M. Guyénot, aucun des résultats considérés depuis un siècle comme des preuves de l'hérédité des caractères acquis, ne résiste à l'épreuve. Les causes d'erreur ont été dépistées. La plus fréquente tient à ce que l'on n'a pas utilisé un matériel génétiquement pur (..). D'autre part, une masse énorme d'observations montre la non-transmission des variations acquises. Il suffit d'observer les *seps*, ces sauriens qui ont des pattes rudimentaires, pour se rendre compte que ce n'est pas l'absence d'usage qui a ainsi réduit leurs pattes. Quand ils rampent, grâce à leur corps allongé, ils se servent sans arrêt de leurs courtes pattes, tirant tout le parti possible de ces membres atrophiés. Aucun naturaliste de bonne foi, pour lequel les résultats expérimentaux, les faits, ont plus de valeur que les théories, ne peut donc croire encore à l'hérédité de l'acquis, et fonder sur ce principe faux une théorie de l'évolution» (*L'origine des espèces*. PUF, 1966).

l'effet Baldwin

Le problème semble donc résolu par la négative. Par contre, le *principe de Baldwin* donne une explication parfaitement acceptable pour la théorie synthétique du passage d'une somation à une mutation, *pour les cas où il existe un parallélisme entre somation et mutation* (c'est-à-dire lorsque des variations somatiques et germinales présentent le même aspect chez certains individus au sein d'une meme espèce).

L'exemple le plus typique à cet égard est celui des races géographiques de papillons, où l'on rencontre des variations germinales et somatiques pour le même caractère phénotypique. Si l'on élève au froid, par exemple, le papillon *vanessa urtica*, on obtient des variétés analogues à la variété norvégienne *paloris*. Mais cette différenciation n'est pas héréditaire. C'est une simple *phénocopie*.

L'effet Baldwin explique également les *coaptations*, c'est-à-dire les ajustements réciproques de deux organes différents venus en contact. On peut citer l'exemple de la coaptation de l'antenne et du logement au niveau des joues du charançon. L'étude de certains embryons révèle que ce dispositif existe antérieurement au fonctionnement. Il est donc héréditaire. Chez d'autres, cet ajustement se fait uniquement par l'usage. Enfin, on trouve des individus, chez qui l'ajustement n'est que partiellement réalisé à la naissance. Baldwin explique le phénomène en décrivant trois étapes.

La première étape est une *somation*, c'est-à-dire une réaction de l'organisme à un milieu donné (la coaptation étant un usage répété). A chaque génération, la somation réapparaît et l'animal vit en adaptation provisoire. Dans un second temps, apparaît une *mutation parallèle*, dont l'amplitude peut être différente de celle de la somation (cas où la coaptation apparaît à la naissance). Une logette partiellement

réalisée se remodèle avec le temps, par l'usage. Au bout d'un certain temps, la coaptation sera le produit *conjoint* de la mutation et de la somation. Enfin, dans un troisième et dernier temps, la *mutation* remplace totalement la somation (cas où la logette apparaît d'emblée sous sa forme normale). Le mutant est avantagé dès sa naissance, l'action sélective favorisant la mutation.

l'élément essentiel

Les explications de Baldwin offrent cet avantage de cadrer parfaitement avec la théorie néo-mutationniste (hérédité de certains caractères adaptatifs par mutations parallèles). Elles respectent la distinction de Weismann, et font intervenir la sélection naturelle au niveau de la *post-adaptation*.

Tous les progrès de la génétique moderne ont confirmé, d'une façon formelle, que l'influence du milieu extérieur (ou l'exercice organique) sont incapables de modifier la structure et la nature du stock héréditaire, et que seules les cellules de la reproduction peuvent transmettre les caractères organiques et psychiques. En 1948, le généticien soviétique Trofim Lyssenko, reprenant des travaux menés au siècle dernier par Mitchourine, avait cru pouvoir s'attaquer au *mendélisme*, qu'il taxait de «science bourgeoise et réactionnaire», et déclarait qu'on pouvait changer les caractères héréditaires de certains végétaux en «modifiant leur milieu». Son échec, qui fut retentissant, s'accompagna d'une dictature féroce, et provoqua la faillite générale de l'agriculture en Russie. La biologie soviétique prit vingt ans de retard. La cause étant entendue, les thèses de Lyssenko ne présentent plus aujourd'hui qu'un caractère historique (15).

Incapable de modifier le stock génique, le milieu n'en exerce pas moins une certaine influence sur l'*activité* des gènes. Les travaux de Jacob et Monod, sur la régulation génétique, ont révélé que l'activité des gènes de structures est contrôlée par des *gènes régulateurs*. Or, ceux-ci sont liés à l'état du cytoplasme et, par voie de conséquence, à l'état général de l'organisme, lequel peut être influencé par le milieu. Cette activité inductrice ou répressive des gènes régulateurs met en évidence une certaine marge d'*adaptabilité génétique*, confirmée par l'étude des corrélations entre jumeaux bizygotes et monozygotes, dont Alexis Carrel avait déjà démontré la possibilité.

L'importante découverte de Jacob et Monod montre aussi l'impossibilité des gènes régulateurs à modifier ou à remodeler la conformation des gènes de structures eux-mêmes. La détermination génétique de l'individu reste donc l'élément essentiel de la personnalité.

hasard et nécessité

L'évolution nous apparaît comme une réalité indéniable, mais dont le déroulement est trop lent pour être immédiatement perçu. Plusieurs tendances se dégagent de cette genèse du vivant. La principale se traduit à la fois par l'*unicité du vivant* et la *spécificité des individus*. L'unicité s'exprime, entre autres, par la présence universelle de nucléo-protéines et de molécules de carbone asymétriques chez tous les organismes vivants. Quant à la spécificité, elle est le résultat de la *reproduction sexuée*, qui répartit les gènes paternels et maternels dans le noyau de l'oeuf fécondé. Il en résulte une gamme presque infinie de combinaisons, qui permet de comprendre l'extrême variabilité des individus au sein des populations. Le nombre des gènes est tel, en effet, et les combinaisons possibles si nombreuses, que la probabilité pour que deux êtres semblables puissent exister est voisine de zéro.

Une étude superficielle du fait évolutif peut faire apparaître une apparente *finalité*, un semblant d'«orientation» vers un *objectif* susceptible de toutes les approximations subjectives. Mais comment croire qu'une force intérieure *significative* gouverne l'évolution, lorsque l'on constate que cette force agissante, dans vingt-trois cas sur vingt-quatre, a mené les équidés à l'extinction de l'espèce ?

Seul un examen attentif du mécanisme de l'évolution peut nous apporter la réponse. Il nous apprend que le transformisme se traduit par un mélange de *hasards* et d'*anti-hasards*, d'*invariance* et de *téléonomie*, pour reprendre les termes de M. Jacques Monod (*Le hasard et la nécessité*. Seuil, 1970), et qu'il vérifie l'intuition de Démocrite : «Tout ce qui existe dans l'univers est le fruit du hasard et de la nécessité».

Le *hasard* gouverne, si l'on peut dire, la naissance désordonnée des formes nouvelles, issues des mutations naturelles. La *nécessité* s'impose aux processus rigoureux, par lesquels la sélection passe au crible ces formes nouvelles, et n'«autorise» à durer que les mieux adaptées.

---

(15) A ce sujet : Trofim Lyssenko. *Agrobiologie. Génétique, sélection et production des semences*. Ed. de Moscou, 1953 ; I. Mitchourine. *Oeuvres choisies*. Ed. Francais réunis, 1951 ; V. Stolétov. *Principes élémentaires de biologie mitchourinienne*. Ed. de Moscou, 1951 ; Jacob Segal. *Mitchourine, Lyssenko et le problème de l'hérédité*. Ed. Français réunis, 1951 ; Marcel Prenant. *Biologie et marxisme*. Hier et aujourd'hui, 1948. Pour la critique : Julian Huxley. *La génétique soviétique et la science mondiale*. Stock, 1950 ; Jaurès Medvedev. *Grandeur et chute de Lyssenko*. Gallimard, 1971 ; *The Medvedev Papers*. Houndmills, éd. Basingstoke, 1971 ; Fabrice Laroche. *Les cancres de la biologie*, in *Cahiers universitaires* n° 26. mai-juin 1966, pp. 17-24.

«Les événements élémentaires initiaux, qui ouvrent la voie de l'évolution à ces sytèmes intensément conservateurs que sont les êtres vivants, note M. Monod, sont microscopiques, *fortuits*, et sans relation aucune avec les effets qu'ils peuvent entraîner dans le fonctionnement téléonomique. Mais une fois inscrit dans la nature de l'ADN, l'accident singulier et comme tel essentiellement imprévisible, va être *mécaniquement* et fidèlement répliqué et traduit, c'est-à-dire à la fois multiplié et transposé à des millions ou milliards d'exemplaires. Tiré du règne du pur hasard, il entre dans celui de la nécessité, des certitudes les plus implacables. Car c'est à l'échelle macroscopique, celle de l'organisme, qu'opère la sélection. Beaucoup d'esprits distingués, aujourd'hui encore, paraissent ne pas pouvoir accepter, ni même comprendre, que d'une source de bruit la sélection ait pu, à elle seule, tirer toutes les musiques de la biosphère. La sélection opère en effet *sur* les produits du hasard, et ne peut s'alimenter ailleurs : mais elle opère dans un domaine d'exigences rigoureuses, dont le hasard est banni. C'est de ces exigences, et non du hasard, que l'évolution a tiré ses orientations généralement ascendantes, ses conquêtes successives, l'épanouissement ordonné dont elle semble donner l'image» (op. cit.).

l'«animisme» de Teilhard

De récentes acquisitions en *biologie moléculaire* ont montré que l'évolution est un processus ininterrompu. Il ne nous appartient donc pas de lui assigner un terme, et rien ne nous permet actuellement d'en décréter la fin.

Nous assistons même aujourd'hui à l'apparition de mutations nouvelles, traduisant de nouvelles tendances évolutives. Chez l'homme, l'évolution de la denture est un exemple frappant, caractérisé par la réduction élective de certaines dents (D2, G2, D5, G5, d5, g5, D8, G8, d8, g8), la diminution de leur volume et la simplification du dessin occlusal. L'évolution se poursuit donc, et c'est un argument supplémentaire en faveur du *matérialisme biologique*.

Teilhard de Chardin affirmait que l'évolution *converge* «vers plus de psychisme, vers plus de conscience». *L'émergence* résulterait de cette convergence, et conduirait, par-delà la «noosphère», à un mystérieux point *oméga* d'allure essentiellement métaphysique. Or, ce terme d'évolution convergente est lui-même contradictoire par rapport à la réalité biologique, car le propre du fait évolutif est d'être divergent, ce qui explique la variété des espèces, la pluralité des races et le foisonnement des individus.

En traduisant l'évolution humaine par un phénomène de convergence, Teilhard obéit à un réflexe *animiste*. Il fait de l'homme un être à part, auquel les lois de la nature ne s'appliqueraient plus, et retombe dans l'illusion anthropocentriste. Son attitude *se démasque*, du même coup, comme la pure expression d'un souhait intérieur, et non comme une observation expérimentalement objective.

Examinant le contenu du *Phénomène humain*, de Teilhard de Chardin, George Gaylord Simpson signale que cette oeuvre «ajoute à la thèse vitaliste habituelle l'idée de fin dans l'évolution, d'un but vers lequel, sous la conduite divine, tendrait l'histoire de la vie». Il ajoute : «La popularité de cette théorie, bien qu'elle fût rejetée par la grande majorité des spécialistes, est due aux souhaits de l'esprit et aux préjugés, non à sa valeur scientifique» (*La géographie de l'évolution*. Masson, 1969). Et plus loin : «Les postulats ne sont pas scientifiques dans la plus remarquable contribution récente d'un paléontologiste des vertébrés, Teilhard de Chardin, Jésuite dont les oeuvres mystiques sont basées sur des postulats purement métaphysiques, et rejettent les faits scientifiques qui s'y opposent» (Ibid.).

M. Monod écrit de son côté : «Encore que la logique de Teilhard soit incertaine et son style laborieux, certains même qui n'acceptent pas entièrement son idéologie y reconnaissent une certaine grandeur poétique. Je suis pour ma part choqué par le manque de rigueur et d'austérité intellectuelle de cette philosophie. J'y vois surtout une systématique complaisance à vouloir concilier, transiger à tout prix» (op. cit.).

Simpson a démontré qu'en fait, l'évolution est non seulement liée, mais *quasi-proportionnelle à l'intensité de la sélection*. Du point de vue néo-mutationniste, en effet, lorsqu'au sein d'une population la sélection est nulle, la reproduction n'est plus différentielle, mais livrée au hasard. Elle entraîne la prolifération des mutations défavorables et des tarés. «Cette évolution non ordonnée, précise Simpson, est presque toujours *non adaptative*, et son résultat final est généralement l'extinction» (op. cit.).

Les progrès de la médecine, de la chirurgie et de l'hygiène, ont aujourd'hui pour effet de permettre à des individus *mal nés* du point de vue génétique, et qui, dans des conditions *naturelles*, auraient été éliminés en bas-âge, de parvenir à l'âge adulte et de procréer. D'autre part, l'augmentation de la radio-activité dans l'atmosphère, l'usage excessif des examens radiologiques médicaux et dentaires, la pollution de la terre et du ciel, l'incorporation d'éléments chimiques aux produits destinés à la consommation, l'emploi inconsidéré de fongicides et de pesticides, dont l'action mutagène est désormais établie, tous ces facteurs constituent, eux aussi, une menace pour la patrimoine génétique des populations humaines, dont s'inquiètent les spécialistes et les savants.

«La diminution de l'intensité de la sélection naturelle sera le facteur le plus déterminant de notre avenir génétique», affirment MM. L'Héritier et Lamotte. La question se pose en effet de savoir «dans quelle

mesure les sociétés pourront faire face, tout en maintenant un niveau de vie élevé, à l'entretien d'une foule toujours accrue d'handicapés naturels». Une chose, toutefois, «est certaine : l'avenir sera essentiellement le résultat de l'activité humaine elle-même. Pour la première fois dans l'histoire biologique est apparu, avec l'homme, un organisme dont la survie ne dépend plus d'une adaptation passive au milieu par le jeu des lois biologiques. Avec une efficacité toujours accrue, l'homme modifie à son gré le milieu physique et biologique, et crée lui-même ses propres conditions de vie. C'est donc lui, finalement, qui décidera de son destin» (*Le patrimoine génétique de l'humanité se dégrade-t-il ?*, in *Projet*, art. cit.).

le plus grand défi

Arrivés au terme de cette étude, nous sommes amenés à certaines conclusions générales. Nous constatons, en effet, que les recherches expérimentales de ces dernières années, confirmant le bien-fondé des hypothèses de Haldane, d'Oparine, de Darwin, etc., nous permettent d'apporter un début de réponse aux éternelles question que se pose l'esprit humain : qui sommes-nous ? d'où venons-nous ? où allons-nous ?

Il est non seulement possible, mais extrêmement *probable*, que l'apparition de la vie sur Terre, soit due à la conjonction, *en un point donné de l'espace-temps*, d'un certain nombre de conditions d'ordre physico-chimiques, sur lesquelles nous disposons d'une information documentée. Il est non moins possible, et non moins probable, que ces conditions d'apparition de la vie n'appartiennent pas en propre à notre planète, et qu'il existe, comme le soutiennent les astrophysiciens, des centaines, sinon des milliers de planètes, où elles furent autrefois, sont aujourd'hui et seront demain réunies. Les résultats enregistrés par les premières missions spatiales, les communiqués de la NASA sur la présence de composés organiques de nature extra-terrestre dans certaines météorites, enfin la découverte, par des radio-astronomes, d'ammoniac et de formaldéhyde dans l'espace intersidéral, apparaissent à cet égard comme autant de confirmations.

Il ne reste, dans ces conditions, plus rien du dogme géocentriste professé par le créationnisme. Et la phrase de Goethe, qui voyait dans les travaux de Copernic, «le plus grand défi qui fut jamais lancé à l'humanité», prend de nos jours une résonance particulière.

Les *mutations*, nous l'avons vu, constituent l'élément moteur fondamental du phénomène de l'évolution. Dans la seule population humaine, il s'en produit «quelque cent à mille milliards à chaque génération» (Monod), qui sont ensuite «classifiées» et *triées*. Le fait évolutif est maintenant bien établi, et toutes les sciences de la vie ont concouru pour en démontrer les effets. L'anthropocentrisme, lui aussi, est insoutenable aujourd'hui.

Les principes fondamentaux de l'évolution biologique sont donc en opposition fondamentale avec les principes de la Genèse. Mais ils sont, par contre, en parfaite harmonie avec les remarquables intuitions des Anciens.

Les présocratiques, et plus spécialement Héraclite, avaient pressenti que les grands processus universels ne s'effectuent pas en ligne droite, mais qu'ils s'opèrent d'une façon *cyclique* ou *discontinue*. «Cet univers, le même pour tous les êtres vivants, n'a été créé par aucun dieu, ni par aucun homme. Il a toujours été, est et sera feu éternellement vivant, s'allumant avec mesure et s'éteignant avec mesure» (Héraclite, fr. 29). Ils avaient aussi compris que, pour survivre et devenir plus forts, les êtres vivants sont soumis à la dure loi du combat. «Les contraires se mettent d'accord, des sons divers résultent la plus belle harmonie : tout est engendré par la lutte» (id., fr. 7).

Nous mesurons maintenant la menace que font planer sur le monde les mortelles idéologies égalitaires, tant métaphysiques que laïques, qui prétendent aujourd'hui faire disparaître la variété des hommes, la diversité des pays et la spécificité des ethnies. Il ne faut pas s'y tromper. En s'en prenant à la différenciation, qui est un *principe de vie*, et à la sélection, qui est le *moteur de l'évolution*, c'est l'espèce entière qu'ils mettent en danger, dans son avenir et ses possibilités de renouvellement. Cette perspective est plus inquiétante que toute autre. «La prévision attristante, disait Gobineau, ce n'est pas la mort, mais la certitude de n'y arriver que dégradé». ■

Claude ROUSSEAU

BIBLIOGRAPHIE

Principaux ouvrages de synthèse sur l'évolution : E. Binder. *La génétique des populations*. PUF, 1967 ; C.D. Darlington. *The Evolution of Genetic Systems*. Oliver & Boyd, éd. London, 1958 ; T. Dobzhansky & C. Boesiger. *Essais sur l'évolution*. Masson, 1966 ; R.A. Fisher. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Clarendon Press, éd. Oxford, 1930 ; J.S. Huxley. *Evolution, the Modern Synthesis*. Allen & Unwin, éd. London, 1961 ; A. Jacquard. *Structure génétique des populations*. Masson, 1970 ; E. Mayr. *Animal Species and Evolution*. Harvard University Press, éd. Harvard, 1963 ; C. Petit & Prévost. *Génétique et évolution*. Hermann, 1967 ; B. Rensch. *Evolution Above the Species Level*. Columbia University Press, éd.

Columbia, 1960 ; G.G. Simpson. *L'évolution et sa signification.* Masson, 1953 : *La géographie de l'évolution.* Masson, 1969 ; J. Smith. *La théorie de l'évolution.* Payot, 1962.

Autres ouvrages consultés : J. Carles. *L'origine des espèces.* PUF-Que sais-je ? , 1972 ; *Le transformisme.* PUF-Que sais-je ? , 1952 & 1960 ; M. Caullery. *Le problème de l'évolution.* Payot, 1931 . L. Cuénot & A. Tétry. *L'évolution biologique.* Masson, 1959 ; A. de Cayeux. *Trois milliards d'années de vie.* Planète-Retz, 1964 ; C.D. Darlington. *Le mystère de la vie.* Fayard, 1957 ; T. Dobzhansky. *L'homme en évolution.* Flammarion, 1966 . C. Darwin. *L'origine des espèces.* A. Costes. 1951 (6ème éd.) ; E. Guyénot. *L'origine des espèces.* PUF, 1966 ; R. Hovasse. *Problèmes de l'évolution,* in *Biologie.* Gallimard-Pléiade, 1965 (pp. 1543-1696) ; *Adaptation et évolution.* Hermann, 1950 ; J. Jeannel. *La marche de l'évolution.* PUF, 1950 ; E. Mayr. *Systematics and the Origin of Species.* Columbia University Press, éd. Columbia, 1944 ; J. Monod. *Le hasard et la nécessité.* Seuil, 1970 ; J. Rostand & A. Tétry. *La vie.* Larousse, 1962 ; J. Rostand. *Charles Darwin.* Gallimard, 1947 ; P.M. Sheppard. *Natural Selection and Heredity* . G.G. Simpson. *Rythmes et modalités de l'évolution.* Albin-Michel, 1950 ; S. Tax (éd.). *The Evolution of Life.* University of Chicago Press, éd. Chicago, 1960 ; *Issues in Evolution.* University of Chicago. Press, éd. Chicago, 1963 ; A. Tétry. *L'adaptation,* in *Biologie.* Gallimard-Pléiade, 1965 (pp. 1699-1741) ; I.M. Van der Vlerk & Ph. Kuenen. *L'histoire de la Terre, des origines jusqu'à l'homme.* Marabout, 1951 ; A. Vandel. *La genèse du vivant.* Masson, 1968 ; B. Wallace & A.M. Serb. *Adaptation. Foundation of Modern Biology.* Prentice Hall, éd. New-York, 1967 ; R.J. Nogar. *Science de l'évolution.* Casterman, 1965 ; E. Rabaud. *Le transformisme et l'expérience.* Félix-Alcan, 1911 ; J.B.S. Haldane. *The Causes of Evolution.* Longmans, éd. London. 1932 . S. Wright. *Evolution in Mendelian Populations,* in *Genetics.* Vol. XVI (1931), pp. 97-159 ; T. Dobzhansky, Hecht & Steere (éd.). *Evolutionary Biology* (2 vol.). North Holland Co., éd. Amsterdam, 1967-68 . J.M. Savage. *Evolution.* Holt, Rinehart & Winston, éd. New-York, 1963 . C. Vogel, H. Walter & I. Schwidetzsky. *Bedeutung Morphologischer, Serologischer und Biochemischer Merkmale für die Evolution und Bevölkerungs-biologie,* in *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie.* Vol. 63, 2 (décembre 1971), pp. 141-260.

Sur les aspects philosophiques du problème : J. Cot. *La finalité dans les phénomènes de la vie,* in *Cahiers rationalistes* n° 196 (mai-juin 1961) ; J. Bourdier & E. Zuckerkandl. *Le lamarckisme et la raison. Aspects biochimiques du transformisme,* in *Cahiers rationalistes* n° 252 (janvier 1968) ; L. Cuénot. *Invention et finalité en biologie.* Flammarion, 1941 ; C.D. Darlington. *Le mystère de la vie.* op. cit. . E. Kahane, G. Canguilhem, B. Rybak et alia. *Finalité en biologie,* in *Cahiers rationalistes* n° 233 (décembre 1965) ; E. Haeckel. *Le monisme.* Schleicher, s.d. ; *Les énigmes de l'univers.* Schleicher. s.d. . J. Monod. *Le hasard et la nécessité.* op. cit. ; H. Rouvière. *Anatomie philosophique. La finalité dans l'évolution.* Masson, 1941 ; E. Rabaud. *Le hasard dans la vie des espèces.* Flammarion, 1953.

Sur l'évolution humaine : N. Albessard. *D'où vient l'humanité ?* Planète-Retz, 1963 . H. Alimen. *Les origines de l'homme.* Fayard, 1962 ; *Atlas de préhistoire.* Boubée, 1950 ; C. Broom. *Les origines de l'homme.* Payot, 1936 ; J. Buettner-Janusch (ed.). *Evolutionary and Genetics Biology of Primates* (2 vol.). Academic Press, éd. New-York, 1963-64 ; C.D. Darlington. *The Evolution of Man and Society.* Allen & Unwin, éd. London, 1969 ; *The Control of Evolution in Man,* in *The Eugenics Review.* Vol. 50 (octobre 1958), n° 3 ; Genet-Varcin. *A la recherche du primate ancêtre de l'homme.* Boubée, 1970 ; C. Arambourg. *La genèse de l'humanité.* PUF-Que sais-je ? , 1961 ; M.C. Chamla. *L'anthropologie biologique.* PUF-Que sais-je ? , 1972 ; P. Grapin, J. Piaget, A. Leroi-Gourhan et alia. *L'évolution humaine. Spéciation et relation.* Flammarion, 1957 . L.S.B. Leakey. *Adam's Ancestors. The Evolution of Man and His Culture.* Harper Torchbooks, éd. New-York, 1960 ; Le Gros Clark. *The Antecedents of Man.* Edinburgh University Press, éd. Edinburgh, 1959 ; A.L. Kroeber, L.S.B. Leakey, S.L. Washburn, F.C. Howell, F. Bordes, L. White, H.J. Muller et alia. *The Evolution of Man.* University of Chicago Press, éd. Chicago, 1960 ; J.A. Mauduit. *Le premier homme.* Mont-Blanc, éd. Genève, 1964 ; G. Montandon. *L'homme préhistorique et les préhumains.* Payot, 1943 ; M. Nestourkh. *L'origine de l'homme.* Ed. de Moscou, 1960 ; K.P. Oakley *Man, the Tool-Maker.* British Museum, éd. London, 1949 ; A. Keith. *A New Theory of Human Evolution.* Watts, éd. London, 1948 ; G. Olivier. *L'homme et l'évolution.* Payot, 1965 ; J. Piveteau. *L'origine de l'homme.* Hachette. 1962 ; J.E. Pfeiffer. *L'émergence de l'homme.* Denoël 1972 ; G. Schenk. *L'homme.* Arthaud, 1963 ; G.G. Simpson, S.L. Washburn, E. Mayr, R.R. Race, W.C. Boyd, J.B. Birdsell, B. Lundman, L.C. Dunn, S.M. Garn, J. Dobzhansky, C. Stern, C.S. Coon, C.P. Oliver et alia. *Origin and Evolution of Man.* Cold Spring Harbor Symposium of Quantitative Biology, éd. Cold Spring Harbor, 1950 ; A. Varagnac (éd.). *Der Mensch der Urzeit.* Eugen-Diederichs Verlag, éd. Düsseldorf-Köln, 1960 ; H. Wendt. *A la recherche d'Adam.* Table-ronde, 1953 . H.V. Vallois. *Primates,* in P.P. Grassé (éd.). *Traité de zoologie.* (t. 17, fasc. 2). Masson. 1955 ; M. Boule & H.V. Vallois. *Les hommes-fossiles.* Masson, 1952 , J. Piveteau. *Traité de paléontologie* (t. 7 : *Les primates. L'homme*). Masson, 1957 ; N. Korn & F.W. Thomson. *Human Evolution.* Holt, Rinehart & Winston, éd. New-York, 1967 ; B.S. Krauss. *The Basis of Human Evolution.* Harper & Row, éd. New-York, 1964.

Divers : C. Devillers. *L'origine du phylum des mammifères,* in *L'année biologique* (t. 1), 1962 ; J. Piveteau. *Des premiers vertébrés à l'homme.* Albin-Michel, 1963 , A.S. Romer. *The Vertebrate Story.* University of Chicago Press, éd. Chicago, 1959 . L.B. Halstead. *The Pattern of Vertebrate Evolution.* Oliver & Boyd, éd. Edinburgh, 1969.

thème central

Yves CHRISTEN

THEORIE SYNTHETIQUE ET SIMULATION DE L'EVOLUTION

Les données de la paléontologie et de l'embryologie démontrent la réalité du fait évolutif. Mais l'*interprétation* du phénomène demeure des plus délicates.

Un paradoxe a longtemps rendu cette explication malaisée. L'évolution implique le changement des formes et la transmission régulière des caractéristiques nouvelles. Elle nécessite donc l'intervention de *l'hérédité*, laquelle s'effectue essentiellement par *duplication*. Or, le fait héréditaire se manifeste par d'innombrables combinaisons, mais n'aboutit jamais à des *variations* au sens propre du terme, ce qui semble contradictoire par rapport à l'évolution. En fait, la découverte des *mutations*, c'est-à-dire de brusques altérations du stock génétique, d'emblée héréditaires, et sans valeur selective a priori, a permis de contourner l'obstacle. Toutes les objections ne sont pas levées, mais une *théorie* moderne de l'évolution est possible désormais. Le *schème* fondamental de cette théorie, dite *synthétique* ou *néo-darwinienne*, est le suivant : les mutations «créent» une variété génétique, qui permet à la sélection naturelle de s'exercer.

La *génétique des populations* parvient actuellement à *quantifier* l'importance de ces facteurs, ainsi que l'intervention du hasard.

Le monde vivant est formé d'organismes qui se rassemblent dans des *communautés de reproduction*, génétiquement isolées les unes des autres, et que l'on appelle des *populations*. Ces ensembles ne regroupent jamais des individus identiques : ils sont *polymorphes*.

la loi de Haray-Weinberg

Pour étudier la dynamique de ces *pools* génétiques, nous utiliserons l'exemple d'un gène susceptible de prendre deux formes différentes, ou *allèles*, a et a'. Chaque cellule sexuelle, ou *gamète*, comprendra un seul type d'allèle, tandis que les autres cellules de l'organisme contiendront deux allèles, lesquels pourront être du même type ou appartenir à deux types différents. Trois couples seront alors possibles :

- a/a : homozygote de phénotype a (1) ;
- a/a' : hétérozygotes (de phénotype a, si a est l'allèle dominant et a' l'allèle récessif ; de phénotype différent de a et a', s'il n'y a pas de dominance-récessivité) ;
- a'/a' : homozygote de phénotype a'.

Si l'on appelle p la fréquence du gène a (correspondent, en termes de tirage au sort, à la probabilité de «tirer» l'allèle a), et q la fréquence de l'allèle a', la fréquence du couple a/a sera donc de $p \times p = p^2$, celle du couple a/a' de $q \times q = q^2$, et celle du couple a'/a' de $2 (p \times p) = 2pq$. Ces expressions correspondent à la *loi de Hardy-Weinberg*, véritable principe de base de la génétique des populations, valable pour une population en équilibre n'évoluant pas. Bien qu'elle ait un caractère purement formel, cette loi exprime la réalité dans la plupart des cas. Si l'on considère, par exemple, le système antigène-anticorps propre au *groupe sanguin M N*, on s'aperçoit que les proportions des phénotypes observés sont identiques à celles que prévoit l'application de la loi de Hardy-Weinberg .

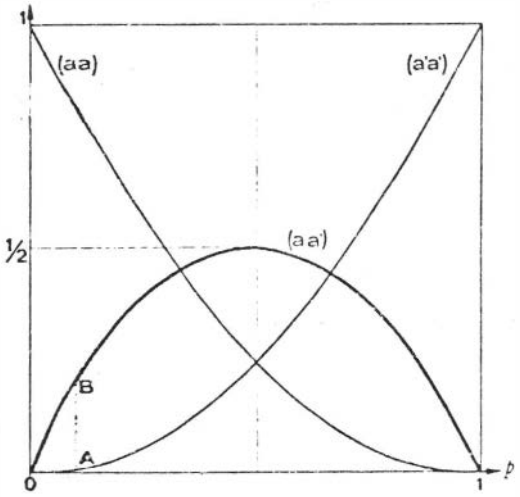
Dans ce cas précis, en effet, la fréquence des phénotypes observés se monte pour (M) à 283 p. 1 000, pour (MN) à 494 p. 1 000, et pour (N) à 223 p. 1 000. A partir de là, on calcule aisément la fréquence de l'allèle correspondant à M, soit :

$$p = \frac{283 + 1/2\,(494)}{1\,000} = 53 \text{ p. } 100, \text{ d'où } q = 47 \text{ p. } 100$$

(1) Le *phénotype* est l'expression (la manifestation extérieure) du *génotype*, lequel représente l'ensemble de la structure génétique d'un organisme ou d'un individu.

On déduit ensuite les fréquences théoriques, c'est-à-dire $p^2 = 281$ p. 1 000, $2pq = 498$ p. 1 000, et $q^2 = 221$ p. 1 000. L'accord entre ces fréquences théoriques et les fréquences observées est donc extrêmement net (2).

Il est à remarquer que, dans les cas d'application de la loi de Hardy-Weinberg, les proportions propres aux différents phénotypes ne varient pas au fil des générations, puisque la somme $p^2 + 2pq + q^2 = 1$. En fait, on peut représenter la fréquence des différents phénotypes en fonction de celle des allèles par le schéma suivant :



génotype :	aa	aa'	a'a'
fréquence :	p^2	$2pq$	q^2

où p est la fréquence de l'allèle a et q = 1 - p, celle de l'allèle a'.

Fréquences génotypiques à l'équilibre dans le cas de deux allèles a et a', en fonction de la fréquence p de l'allèle a.

On remarque que, lorsque les deux allèles ont la même fréquence ($p = 0{,}5$), les hétérozygotes aa' représentent 50 p. 100 de la population, et chacun des homozygotes, 25 p. 100.

Bien qu'elle ne s'applique *strictement* qu'à un nombre de cas limité, la loi de Hardy-Weinberg constitue un modèle fondamental, car on peut, en introduisant de nouveaux paramètres, la modifier et rendre compte de l'évolution de la population. La *sélection naturelle* est l'une des causes principales de changement. Elle peut intervenir de diverses façons. Par exemple, si l'on prend comme paramètre la *valeur sélective* du génotype considéré, celui-ci étant défini comme un nombre proportionnel à la probabilité de survie du génotype, il est évident que ce paramètre est susceptible de varier en fonction des circonstances, selon qu'il agit sur les cellules sexuelles ou sur l'organisme (c'est-à-dire sur la phase *haploïde* ou la phase *diploïde*), etc.

les effets de la sélection

Les modalités d'intervention de la *sélection* sont donc assez complexes. Aussi nous limiterons-nous au cas d'une sélection à coefficient constant, agissant essentiellement sur la phase diploïde.

La fréquence de l'allèle a, dans les cas d'application de la loi de Hardy-Weinberg, devient en l'espace d'une génération :

$$p' = \frac{p^2 + pq}{p^2 + 2pq + q^2} = p$$

Ce qui revient à dire que p ne varie pas.

Si l'on introduit les coefficients de sélection δ_1 propre au phénotype a/a, δ_2 propre au phénotype a/a', et δ_3 propre au phénotype a'/a', au bout d'une génération, la fréquence p' de l'allèle a deviendra :

$$p' = \frac{p^2 + . \sigma_1 + pq\,\sigma_2}{p^2 . \sigma_1 + {}^2pq . \sigma_2 + q^2 . \sigma_3}$$

(2) Cf. R.R. Race & R. Sanger. *Les groupes sanguins*. Masson, 1970.

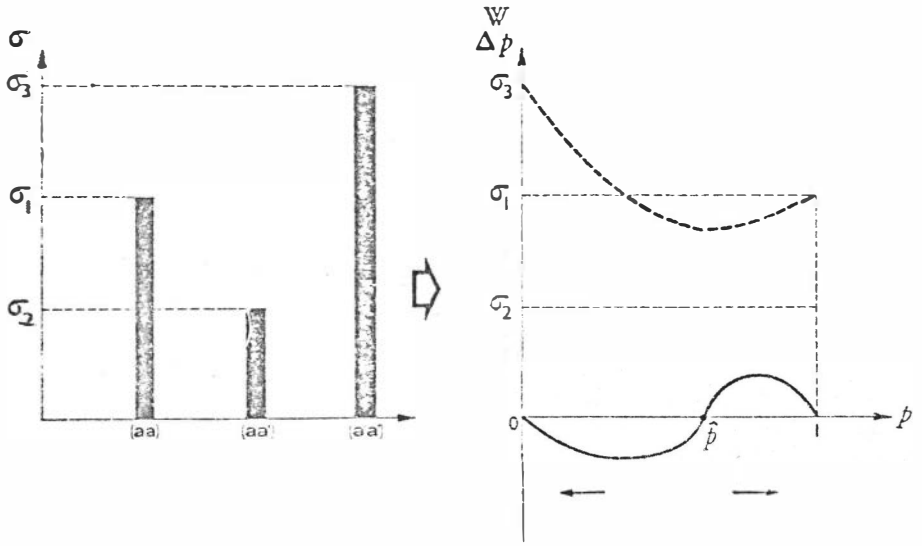
Le dénominateur représentant ici ce que l'on peut appeler la valeur sélective moyenne de la population : W.

Après un cycle de génération, on aura donc :

$$\Delta p = p - p = \frac{pq(\sigma_1 - \sigma_2)p + (\sigma_2 - \sigma_3)q}{W}$$

A partir de cette formule, on peut déduire différentes possibilités de sélection :

a) si $\sigma_3 > \sigma_1 > \sigma_2$ (c'est-à-dire si l'hétérozygote a la plus faible valeur sélective). Dans ce cas, la sélection aboutit à la destruction du polymorphisme. L'allèle a' s'implante définitivement dans la population aux dépens de l'allèle a, ainsi que le montre le graphique suivant, qui prouve qu'il n'y a d'équilibre stable que pour p = a 1 (a seul présent) :



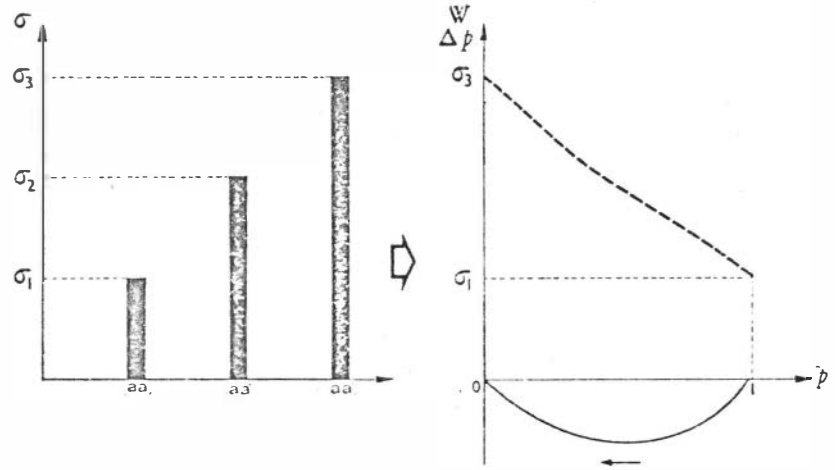
Effet de la sélection lorsque les homozygotes ont tous deux une valeur sélective supérieure à celle de l'hétérozygote ($\sigma_3 > \sigma_1 > \sigma_2$).

Le graphique de gauche donne une idée des valeurs sélectives relatives σ_3, σ_1 et σ_2, propres aux génotypes a'a', aa et aa'. Celui de droite donne l'écart (Δ p) des fréquences de a entre deux générations (trait continu), et la valeur sélective moyenne du gène W (pointillé) en fonction de p.

Le sens des flèches indique que p tend vers une position d'équilibre, dans laquelle a n'est plus représenté (p = 0) ou, plus vraisemblablement, dans laquelle a est seul présent (p = 1).

Lorsque les homozygotes ont tous deux une valeur sélective supérieure à celle de l'hétérozygote, la population évolue donc vers un état d'équilibre où un seul des deux allèles est présent. Ce processus peut favoriser la séparation de deux espaces en voie de formation.

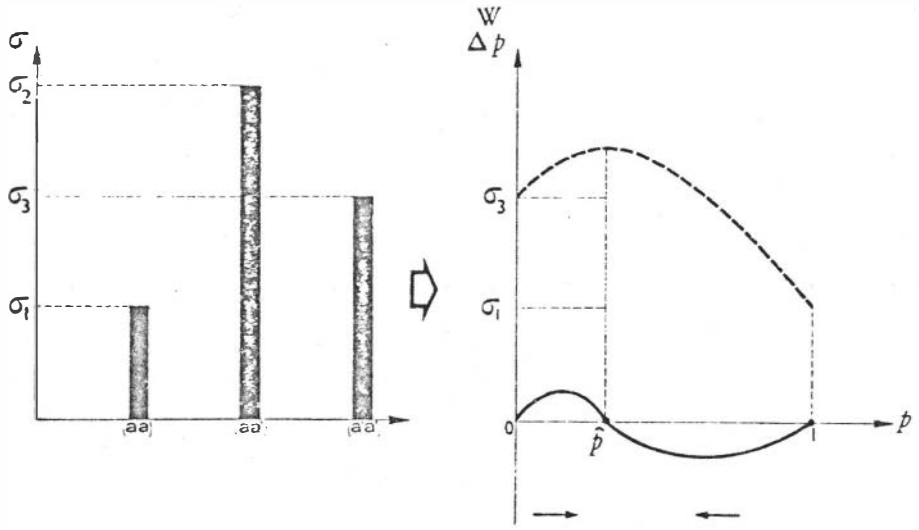
Il en va de même pour $\sigma_3 > \sigma_2 > \sigma_1$:



Effet de la sélection lorsque l'hétérozygote a la plus forte valeur sélective ($\sigma_2 > \sigma_3 > \sigma_1$).

Le sens de la flèche indique que l'évolution implique la suppression de l'allèle a. L'effet global est donc identique à celui décrit dans le schéma précédent.

b) si $\sigma_2 > \sigma_3 > \sigma_1$. Dans ce cas, on tend vers un état d'équilibre où a et a' sont maintenus. Le polymorphisme persiste, comme le montrent les flèches du graphique suivant, qui convergent vers un état d'équilibre p de l'allèle a différent de 1 ou de 0. En d'autres termes, a et a' existent tous les deux dans la population. Il est à remarquer que, dans ce cas, c'est l'hétérozygote qui a la plus grande valeur sélective :

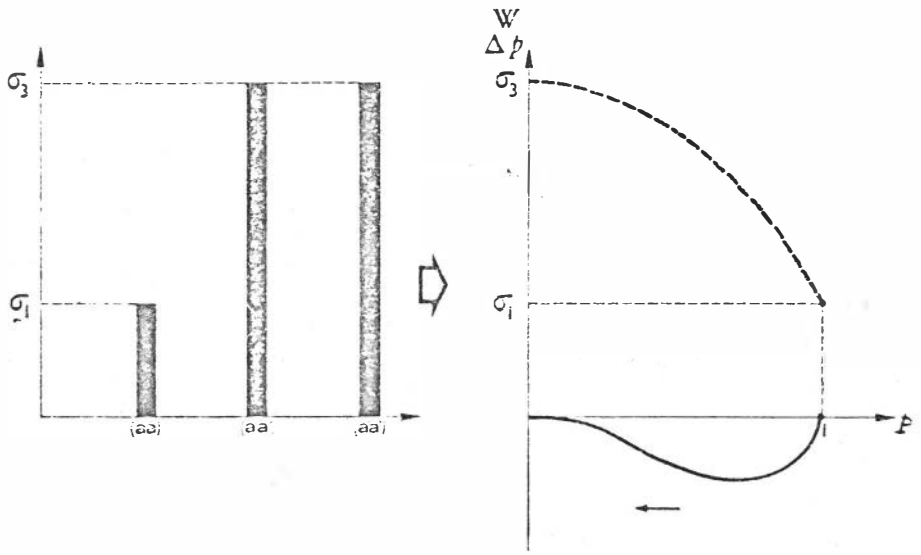


Effet de la sélection lorsque l'hétérozygote a une valeur sélective comprise entre celles des deux homozygotes ($\sigma_3 > \sigma_2 > \sigma_1$).

Les flèches confluent vers un état d'équilibre où les deux allèles sont conservés, la fréquence de p étant à l'équilibre égale à $\hat{p}$

Lorsque l'hétérozygote a la plus forte valeur sélective, le polymorphisme est donc présent. L'espèce est alors formée d'individus nettement différents pour le caractère considéré.

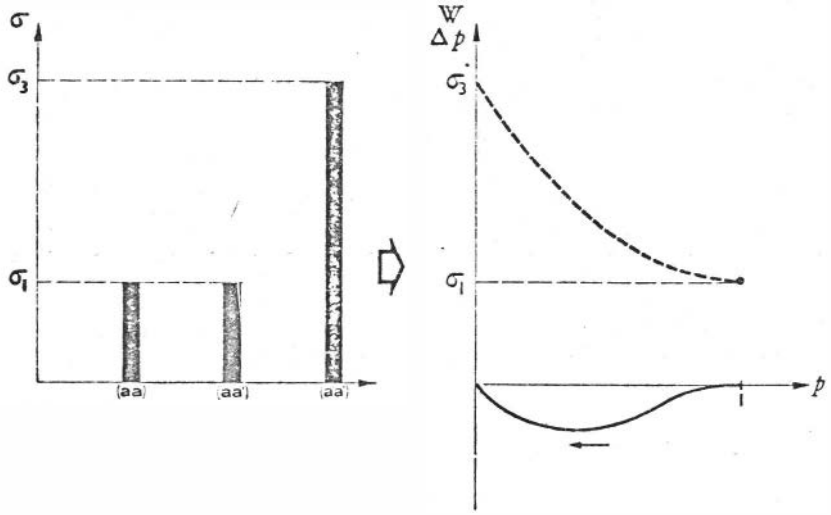
c) si $\sigma_1 < \sigma_2 = \sigma_3$. Dans ce cas, l'allèle a est éliminé, mais on ne tend que très lentement vers l'état d'équilibre, ainsi qu'en témoigne le graphique suivant :



Effet de la sélection lorsqu'un homozygote et l'hétérozygote ont une même valeur sélective supérieure à celle de l'autre homozygote ($\sigma_1 < \sigma_2 = \sigma_3$).

Le sens de la flèche indique que la population évolue vers un état d'équilibre où seul l'allèle a est présent. On remarque que a se raréfie rapidement, mais qu'une fois devenu très rare, il ne disparaît que lentement.

d) si $\sigma_1 = \sigma_2 < \sigma_3$. Dans ce dernier cas, on observe également une lente élimination de l'allèle a :



Effet de la sélection lorsqu'un homozygote et l'hétérozygote ont une même valeur sélective inférieure à celle de l'autre hétérozygote ($\sigma_1 = \sigma_2 < \sigma_3$).

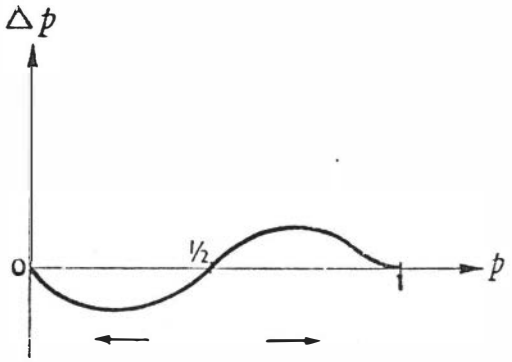
Le sens de la flèche indique que l'allèle a disparaît à l'équilibre. Il se raréfie d'abord lentement, puis disparaît rapidement, dès lors qu'il est devenu rare.

Il apparaît donc clairement que, si les homozygotes sont favorisés par la sélection, un allèle tend toujours à en supplanter un autre et à l'éliminer. Il apparaît aussi que le polymorphisme se maintient grâce à la

forte valeur sélective des hétérozygotes. C'est ce qu'on appelle le phénomène d'*hétérosis.* Suivant les allèles et les conditions du milieu, il va sans dire que c'est l'un ou l'autre des modes de sélection qui se produit effectivement.

Ce schéma théorique a de nombreuses applications pratiques. Ainsi l'avantage sélectif caractérisant (dans certains cas) l'hétérozygote, explique la persistance de certains allèles éminemment nocifs à l'état homozygote. Un exemple bien connu à cet égard est celui de l'hémoglobine anormale S différente de l'hémoglobine normale A, qui se caractérise à l'état homozygote par un état pathologique grave, aboutissant à la mort de l'individu. Dans certaines populations, alors que la fréquence des individus S S est évidemment nulle (puisqu'il s'agit d'une structure *létale),* on observe jusqu'à 40 p. 100 de S A, et donc 60 p. 100 de A A. Cette proportion du phénotype S A s'explique par l'avantage qu'il présente en ce qui concerne la résistance à la malaria (les contrées où cette maladie est répandue étant également celles où les individus S A sont nombreux). Dans ce cas, la valeur sélective de l'homozygote A A équivaut seulement aux deux tiers de celle de l'hétérozygote S A. Là encore, les calculs théoriques sont en accord avec les faits observés.

On peut citer des exemples plus complexes, où l'hétérozygote semble très désavantagé, alors qu'en réalité les deux allèles se maintiennent. C'est ainsi que l'effet sélectif du facteur rhésus laisse prévoir des populations où un seul allèle sera présent, du fait de l'incompatibilité mère Rh - / enfant Rh + , laquelle défavorise les unions Rh - X Rh+ , et par conséquent la formation des hétérozygotes. Cet effet apparaît dans le graphique ci-après :



Effet sélectif du facteur rhésus.

Du fait de l'incompatibilité mère Rh - / enfant Rh + , les hétérozygotes devraient avoir une faible valeur sélective, les populations évoluant vers des états où seul l'un des Rh (+ ou -) serait présent, comme l'indique le sens des flèches du schémas ci-dessus.

Or, une telle hypothèse n'est pas vérifiée par les faits. Aux Etats-Unis, par exemple, on trouve : p (Rh) = 0,62 ; et q (rh) = 0,38. Il faut donc admettre, soit que les populations ne sont pas en équilibre, soit qu'un taux de mutation assez élevé de Rh vers rh, ou une grande fécondité des hétérozygotes (3), contrebalancent l'effet sélectif dû à l'incompatibilité des rhésus.

les effets des mutations

La sélection, bien entendu, ne peut opérer qu'à condition qu'il y ait *variabilité génétique.* Elle implique donc l'intervention, temporaire du moins, des *mutations.*

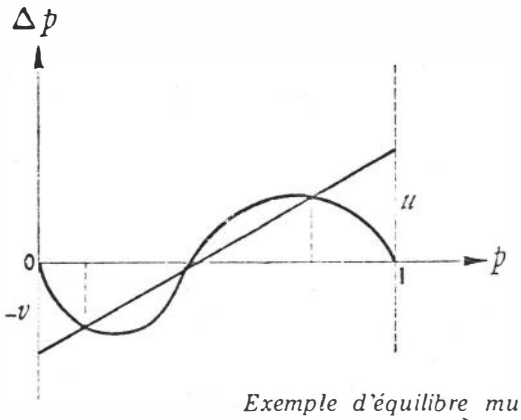
Si l'on appelle v le taux de mutation de l'allèle a vers l'allèle a', et le taux de mutation *reverse* de a' vers a, il est évident qu'au bout d'une génération, la fréquence p' de l'allèle a sera : $p' = p + vq - up$. En d'autres termes : $\Delta p = p' - p = v - (u + v)\,p$. La position d'équilibre est atteinte lorsque $\Delta p = 0$, c'est-à-dire pour :

$$p = \frac{v}{u + v}$$

(3) Si l'on en croit certaines études pratiquées aux Etats-Unis, il semblerait que les hétérozygotes aient effectivement plus d'enfants que les homozygotes. Ce qui expliquerait la forte proportion de Rh -.

Mais ces équations ne s'appliquent qu'aux circonstances dans lesquelles les mutations sont seules à intervenir. Ce qui ne se produit pratiquement jamais.

D'un point de vue évolutif, d'ailleurs, les effets des mutations ne revêtent un intérêt réel que lorsqu'ils se combinent à ceux de la sélection. Ces effets s'ajoutent les uns aux autres, en sorte que $\Delta p = \Delta p_s + \Delta p_m$. Le graphique ci-dessous rend compte de la fréquence p de l'allèle a pour de telles conditions :



u et v représentent les taux de mutation des deux allèles a et a'.

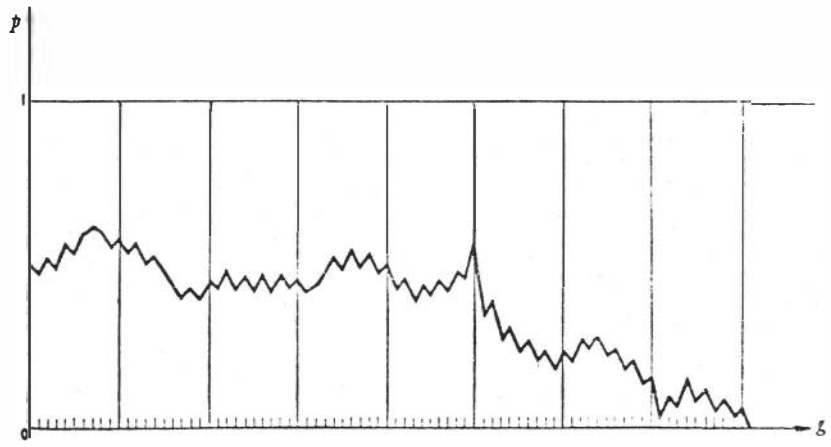
Exemple d'équilibre mutation-sélection : cas où l'hétérozygote a la plus faible valeur sélective ($\sigma_3 > \sigma_2 > \sigma_1$).

L'intervention des mutations déplace légèrement les équilibres sélectifs, en sorte que les deux allèles sont représentés. Néanmoins, l'un est toujours plus abondant que l'autre.

Là encore, du reste, le polymorphisme ne peut se maintenir que pour σ_2 supérieur à σ_3 et σ_1, c'est-à-dire pour une valeur sélective de l'hétérozygote supérieure à celle des homozygotes. Dans le cas contraire, la fréquence de l'allèle défavorisé est égale à son taux de mutations. Elle est donc proche de 0.

la dérive génétique

Bien que l'on explique généralement les principaux aspects de l'évolution par l'effet combiné de la sélection et des mutations, ces facteurs ne sont pas seuls en cause, et n'interviennent d'une façon prévisible par les équations ci-dessus, que dans la mesure où la population concernée répond à un certain nombre de critères. Il faut, en particulier, que l'échantillonnage soit suffisant. En effet, lorsque les populations ne comprennent qu'un petit nombre d'individus, les variations aléatoires peuvent avoir une grande importance :

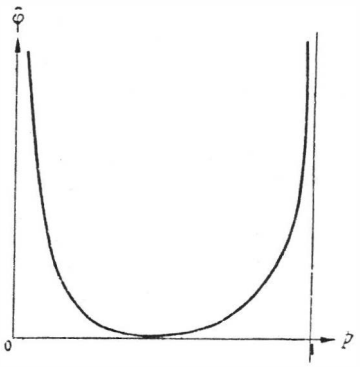


Effets de la dérive génétique sur la fréquence p d'un allèle, en fonction du nombre de générations g.

La population étant de faibles dimensions, les variations aléatoires jouent un rôle important. Ici, p évolue en dents de scie, et peut s'annuler après un certain nombre de générations.

Ce phénomène, qui a été mis en évidence par Sewall Wright, s'appelle la *dérive génétique.*

De même, si l'effectif est très réduit, et qu'il n'intervient aucune mutation, l'un des deux allèles tend à disparaître. Le graphique ci-dessous donne, dans ce cas, une idée de la fréquence p de l'allèle a :

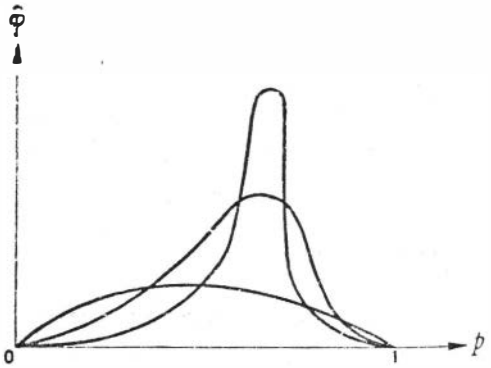


Le schéma donne la probabilité φ des diverses fréquences possibles de p.

Il apparaît que l'évolution favorise un équilibre dans lequel a est soit éliminé, soit seul présent.

Effet de la dérive génétique sur une population réduite, en l'absence de mutations et de sélection.

En revanche, si le taux de mutations est important, ou si la sélection intervient, la fréquence de l'allèle obéit à des lois tout à fait différentes :



Le schéma s'applique au cas où $4Nu > 1$ et $4Nv > 1$, N étant l'effectif de la population, u et v les taux de mutations des allèles étudiés.

Fréquence d'un gène lorsque des mutations interviennent, en l'absence de sélection.

Il apparaît donc que la dérive génétique peut *théoriquement* masquer certains effets des mutations et de la sélection, du moins *lorsque les effectifs de population sont réduits.* La plupart des controverses touchant aux rapports entre la génétique des populations et l'étude de l'évolution, se rapportent d'ailleurs à l'importance qu'il conviendrait d'attacher à la dérive dans l'ensemble du processus évolutif (4).

simulation des processus

Comme l'écrit M. A. Jacquard : «Tout phénomène naturel recèle en lui-même une complexité telle qu'il ne peut être «connu» ni «compris» en sa totalité. Une description cohérente d'un phénomène observé et, plus encore, une description explicative cherchant à déceler, derrière la façade visible du réel, un ensemble de déterminismes internes, ne peuvent qu'appauvrir cette complexité en retenant seulement ce qui paraît essentiel. Toute présentation, toute explication, est un «modèle», c'est-à-dire un essai de schématisation de la réalité.

«L'élaboration d'un «modèle» est ainsi une base nécessaire de la compréhension d'une réalité. C'est grâce au «modèle» que sont associés, en un attelage cohérent, *the two horses drawing the carriage of human knowledge : empirical evidence and theoretical analysis* (O.A. World). Plus un phénomène est, en soi, complexe, plus l'utilisation de modèles est nécessaire pour parvenir à mettre de l'ordre dans les données

(4) Nous ne parlerons pas ici du problème des *migrations*, qui a une grande importance en génétique des populations, mais qui est moins utile à la compréhension des mécanismes fondamentaux de l'évolution. Sur ce sujet, on peut se reporter à : Y. Christen. *L'eugenisme, perspectives actuelles*, in *Nouvelle Ecole* n° 14. janvier-février 1971, pp. 33-62.

d'observation. Cette nécessité s'accroît encore lorsque les données sont elles-mêmes imparfaites, mal définies, parcellaires ou fournies par des sources non coordonnées» (A. Jacquard. *La structure génétique des populations.* Masson, 1970. pp. 364-65).

C'est ce genre de *modèles* qui est employé dans les exercices de *simulation des processus évolutifs* (5).

Compte-tenu de la complexité des paramètres intervenant en génétique des populations, il était évidemment tentant de mettre au point une formulation mathématique pouvant rendre compte d'un ensemble de faits évolutifs. Des chercheurs ont donc construit des modèles probabilistes de simulation, lesquels font une place au hasard. C'est la méthode dite de «Monte-Carlo».

Si l'on veut, par exemple, faire l'analyse de la *vie féconde* d'une femme, on doit tenir compte d'un grand nombre d'éléments, lesquels, en termes de probabilités, correspondent à autant de «risques» : vie ou mort, mariage ou célibat, veuvage, divorce, stérilité, etc. Chacun de ces «risques» doit être *pondéré* par une certaine probabilité, et comme une population concerne en réalité un très grand nombre de femmes, on en arrive vite à des systèmes ne pouvant être traités que par des calculatrices électroniques. Cette perspective de travail n'a pas encore été très approfondie, et les résultats que l'on a obtenus sont de qualité inégale. Les simulations rendent compte assez convenablement de l'évolution d'un certain nombre de structures génétiques simples. Mais les résultats sont souvent plus discutables, lorsque les paramètres sont plus nombreux ou plus mal définis. D'une façon générale, on peut évaluer la valeur du modèle proposé, en examinant s'il est compatible avec le temps que sa mise en place réelle aurait nécessité, et que la recherche paléontologique permet de préciser.

Ainsi affinée, la *théorie synthétique* apporte plus que des éléments de réponse. Néanmoins, elle ne permet pas encore de résoudre, par des hypothèses simplificatrices, la totalité du problème posé. Elle explique mieux la formation des espèces et des races que celle des grand *phylum*, dont le *buissonnement* constitue pourtant l'aspect le plus important de l'évolution (6).

Jusqu'à présent, la génétique des populations s'est surtout occupée des structures organiques à un niveau éminement macroscopique, pour des raisons d'évidente commodité. Elle tend maintenant à étendre son domaine au niveau même de la molécule, par la détermination des séquences de protéines, des immunoglobines en particulier. C'est ainsi que l'observation des structures les plus élémentaires et les méthodes électrophorétiques permettent de déterminer une *distance* entre les molécules protéiques des diverses espèces et des diverses populations. La technique est évidemment complexe, et nécessite un travail considérable, mais elle offre l'avantage de représenter les variations élémentaires, et de ne prendre en compte (puisque les protéines sont directement synthétisées par l'ADN) que des manifestations héréditaires. L'extension de ces recherches, grâce à l'emploi d'un arsenal mathématique rigoureux, devrait fournir les dernières clefs nécessaires à la compréhension globale de l'évolution. ■

Yves CHRISTEN

BIBLIOGRAPHIE

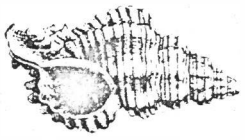
On trouve une bonne introduction à la génétique des populations dans E. Binder. *La génétique des populations.* PUF-Que sais-je ? , 1967.

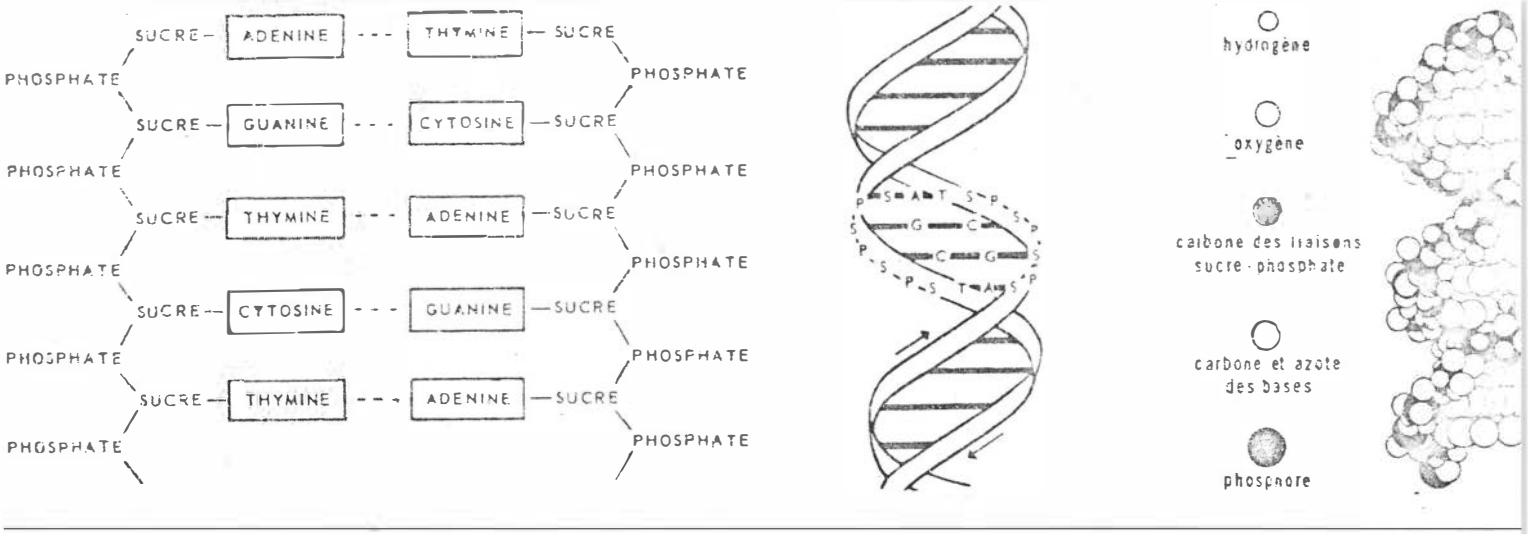
A un niveau plus élevé, on se reportera à : A. Jacquard. *Structure génétique des populations.* Masson, 1970 , et D.S. Falconer. *Introduction to Quantitative Genetics.* Oliver & Boyd, éd. London, 1960 ; ainsi qu'aux ouvrages relatifs à l'évolution de J.S. Huxley, J.B.S. Haldane, R.A. Fisher et E. Mayr. ■

---

(5) Sur les procédés de simulation et leurs applications : L.L. Cavalli-Sforza & G. Zei. *Experiment with an Artificial Population*, in *Proceedings of the Third International Congress of Human Genetics.* John Hopkins Press, éd. Baltimore, 1966. pp. 473-78 ; J. Coursol. *Recherches sur la distribution des fréquences d'un gène dans les populations d'effectifs limités.* Faculté des Sciences de Paris, 1959 (46 pp.) ; A.S. Fraser, *Simulation of Genetic Systems by Automatic Digital Computer. S-Linkage, Dominance and Epistasis*, in *Biometrical Genetics.* Pergamon Press, éd. London, 1960. pp. 70-83.

(6) Cf. article suivant.





Trois schémas de la structure d'une molécule d'ADN (acide désoxyribonucléique).
(D'après Jean Rostand & Andrée Tétry. La vie. Larousse, éd. Paris, 1962).

BIOLOGIE MOLECULAIRE ET THEORIE MOLECULAIRE

La mise en évidence et le déchiffrement du code génétique constituent non seulement l'une de plus importantes découvertes scientifiques de notre époque, mais une véritable clef pour de nouvelles connaissances à venir. Le *code* est aujourd'hui l'élément central de la biologie. Il est donc normal que les savants se soient penchés sur l'énigme de son origine et de sa mise en place.

Le rôle et l'importance de l'hérédité avaient été déjà confirmés. Son mécanisme le plus intime est désormais connu. Ce ne sont pas des *caractères* qui se transmettent directement, mais une *information*. Celle-ci consiste en un *acide nucléique*, presque toujours en *ADN* (acide désoxyribonucléique), qui est un enchaînement de quatre nucléotides : adénosine (A), guanosine (G), thymidine (T) et cytidine (C). Les *séquences* d'ADN s'apparient en «double hélice», grâce aux liens existant entre A et T, et entre C et G.

On obtient alors des structures telles que :

A-G-C-T-A-A-G-T-A-C-A-T-T-A-A-A-C-C-G..
..T-C-G-A-T-T-C-A-T-G-T-A-A-T-T-T-G-G-C

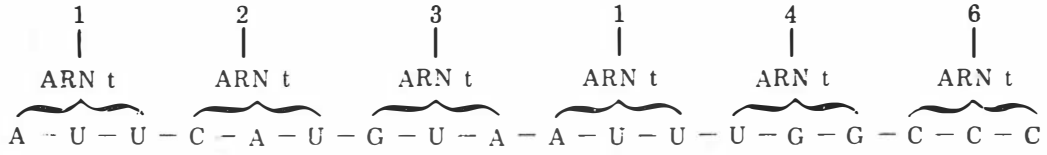
Quant aux *caractères*, ce sont, au niveau biochimique, des *complexes spécifiques* formés de protéines (enchaînements d'acides aminés), de glucides et de lipides, constituants eux-mêmes synthétisés grâce aux *enzymes*. Ceux-ci, qui constituent de véritables *moules spécifiques* (pour ce qui est de leur effet, non de leur mode d'action), sont également, en partie du moins, des protéines. La spécificité organique est donc fonction de la spécificité des protéines, lesquelles sont directement synthétisées à partir des acides nucléiques ADN (désoxyribonucléique) et ARN (ribonucléique).

le code génétique

Il convient de rappeler brièvement les principales étapes de cette synthèse. Dans un premier temps, un ARN dit *messager* est «copié» sur l'un des brins de la double hélice d'ADN (l'autre s'écarte partiellement), les règles d'appariement étant là aussi respectées, ce qui entraîne la *spécificité de l'ARN messager*. On obtient ainsi une transcription telle que :

A-G-C-T-A-A-G-T-A-C..
A-U-U-C-A-U-G

où l'uridine (U) remplace la thymidine (T) au sein des ARN. Puis l'ARN messager passe du noyau dans le cytoplasme, et se fixe sur les particules : les *ribosomes*. Dans le même temps, d'autres ARN dits *de transfert*, plus petits que le précédent, s'accrochent chacun à un acide aminé (soit 1, 2, 3, 4, 5..), et se fixent par leur extrémité, l'*anticodon*, à trois bases qui constituent ainsi un *codon* de l'ARN messager :



Les acides aminés 1, 2, 3, 1, 4, 6 s'accrochent alors entre eux pour former des enchaînements qui ne sont autres que les protéines, tandis que les ARN de transfert sont libérés. Cette phase de *traduction* correspond à la lecture du message, ou *décodage*.

Le code peut se résumer dans le tableau ci-dessous, qui exprime les correspondances existant entre groupes ordonnés de trois nucléotides de l'ARN messager et un acide aminé :

1er	2ème				3ème
	U	C	A	G	
U	PHE	SER	TYR	CYS	U
	PHE	SER	TYR	CYS	C
	LEU	SER	ochre	opale	A
	LEU	SER	ambre	TRY	G
C	LEU	PRO	HIS	ARG	U
	LEU	PRO	HIS	ARG	C
	LEU	PRO	GLN	ARG	A
	LEU	PRO	GLN	ARG	G
A	ILE	THR	ASN	SER	U
	ILE	THR	ASN	SER	C
	ILE	THR	LYS	ARG	A
	MET	THR	LYS	ARG	G
G	VAL	ALA	ASP	GLY	U
	VAL	ALA	ASP	GLY	C
	VAL	ALA	GLU	GLY	A
	VAL	ALA	GLU	GLY	G

PHE = phénylalanine ; SER = sérine ; TYR = tyrosine ; CYS = cystéine ; Y = trytophane ; LEU = leucine ; PRO = proline ; HIS = histidine ; GLN = glutamine ; ARG = arginine ; ILE = isoleucine ; MET = methionine ; THR = thréonine ; ASN = asparagine ; LYS = lysine ; VAL = valine ; ALA = alanine ; ASP = aspartate ; GLU = glutamate ; GLY = glycocolle.

Ochre, *ambre* et *opale* sont des arrêts «non sens», impliquant un arrêt de lecture au niveau de la traduction.

Ce tableau a une valeur *universelle*, c'est-à-dire qu'il est valable pour n'importe quelle espèce. Tous les codons, comme on peut le voir, ont une signification et une fonction précise (à l'exception des trois «non sens», qui sont des «signaux d'arrêt» au niveau desquels la lecture de l'ARN sur le ribosome se trouve interrompue). Il est très probable, cependant, qu'il n'en fut pas toujours ainsi. Il a dû y avoir une *évolution du code génétique*, ce qui pose, en dépit du fait que nous en sommes actuellement réduits aux hypothèses, un des plus importants problèmes relatifs à la genèse de la vie.

deux catégories de modèles

On peut, d'une façon très schématique, résumer en trois étapes le processus d'apparition de la vie sur Terre : 1) Formation des premiers *monomères* (nucléotides et acides aminés) nécessaires à toute structure biologique, lesquels ont dû apparaître dans un environnement primitif très réducteur ; 2) Polymérisation de ces composés ; 3) Formation d'un système génétique *autoreproducteur*.

C'est évidemment à ce dernier stade que se place la question de l'origine et de l'évolution du code génétique.

Un certain nombre d'hypothèses, aujourd'hui fort discutées, ont été émises jusqu'à présent, sans qu'il soit encore possible de dégager une théorie plus vraisemblable que les autres. Les *modèles* proposés peuvent cependant être classés en deux catégories. D'une part, ceux qui font intervenir des relations mécaniquement privilégiées (des relations *stéréochimiques*) entre les oligonucléotides et les acides aminés. D'autre part, ceux qui font appel à des «choix» hasardeux, soumis par la suite à la sélection.

La *théorie mécanique*, ou *stéréochimique*, est la plus satisfaisante pour l'esprit, mais elle est également la moins vraisemblable d'un point de vue purement objectif. Cette théorie pose en postulat qu'il existe, entre les acides aminés et les codons qui leur correspondent, une affinité préférentielle. Le codon ACA, par exemple, aurait plus d'affinités pour la thréonine que pour tout autre acide aminé, le codon UAC plus d'affinités pour la tyrosine, etc.

Cette hypothèse a d'abord été avancée par Nirenberg, en 1960, et par S. R. Pelc, en 1965 (1). En 1966, Pelc et Welton ont établi une correspondance expérimentale qui, sans être intégrale, pouvait alors paraître convaincante (2). Après avoir construit des modèles atomiques représentant les nucléotides et les acides aminés, ces chercheurs ont envisagé des correspondances possibles, tenant compte des interactions (pont hydrogène, liaisons covalentes) prévisibles entre les molécules. Mais Woese et ses collaborateurs (3) ont montré depuis que ces modèles négligeaient certaines interactions, notamment entre les bases des nucléotides et entre les groupements OH des *pentose* de ces mêmes nucléotides. Plus récemment encore, différents travaux ont établi, définitivement semble-t-il, qu'*il n'y a pas d'affinités particulières entre codons et acides aminés correspondants*. Francis Crick, qui est, avec C. R. Woese, le biologiste moléculaire ayant le mieux étudié ces problèmes, a été peu à peu conduit à envisager d'autres hypothèses a priori moins satisfaisantes (4). C'est aussi l'opinion de M. Jacques Monod, qui n'en souligne pas moins que la théorie mécanique simplifiait bien les choses, puisqu'elle expliquait l'universalité du code en proposant une traduction primitive sans intermédiaires, avec «accrochage direct» entre les amino-acides et la structure autoreproductrice (5).

Une autre explication de type *mécanique* consiste à envisager une interaction de l'acide aminé, non plus avec le codon, mais avec l'anticodon. Le problème n'est déjà plus le même, puisque le code primitif implique alors cet élément intermédiaire qu'est l'*adaptateur*, c'est-à-dire l'ARN de transfert. Néanmoins, même exprimée sous cette forme, l'hypothèse n'est guère satisfaisante. M. François Chapeville, de l'Institut de biologie moléculaire de la faculté des Sciences de Paris, a démontré, en effet, que si l'on remplace, sur l'ARN de transfert spécifique de la cystéine, une base de l'anticodon par une autre, rien n'est modifié en ce qui concerne l'accrochage de la cystéine sur l'ARN en question. En d'autres termes, l'enzyme assurant cette liaison (une aminoacyl-t-ARN synthétase) reconnaît sur l'ARN de transfert un autre site que l'anticodon.

Il faut donc bien avouer que les hypothèses mécaniques restent assez décevantes pour l'instant. Avant de les écarter définitivement, il convient malgré tout de les tester plus profondément. Des renseignements annexes, mais intéressants, pourraient résulter de ces travaux.

variations - sélections en cascade

Les autres hypothèses, nous l'avons dit, font intervenir le *hasard*. Elles proposent des modèles dits *stochastiques*, avec évolutions et sélections en cascade. Dans cette perspective, il n'y a pas de lien stéréochimique entre l'acide aminé et les nucléotides du codon. Les acides aminés entretiennent évidemment des relations stéréospécifiques avec l'ARN de transfert, mais à un niveau différent de celui de l'anticodon. En fait, ces modèles font intervenir deux facteurs principaux, qui sont l'*événement rare* et la *sélection*, c'est-à-dire le *hasard* et la *nécessité*. Ils se présentent aujourd'hui sous trois formes :

1) un modèle basé sur le fardeau des mutations létales, proposé par T. M. Sonneborn (6) ; 2) un modèle supposant un traduction initiale avec erreur et ambiguité, tel que l'a formulé Woese (7) ; 3) enfin un modèle suggérant un «enrichissement de vocabulaire», qui a été avancé par Crick (8).

Le *modèle n° 1* tient compte, essentiellement, du fait que les mutations sont très rarement positives, mais beaucoup plus souvent nuisibles ou sans effet. De ce fait, il y a un grand *avantage sélectif* à posséder des

(1) M. W. Nirenberg, O. W. Jones, P. Leder, B. F. C. Clark, W. S. Sly & S. Pestka. *On the Coding of Genetic Information*. Cold Spring Harbor, Symp. Quant. Biol., 1963. 28. 579-80 ; S. R. Pelc. *Correlation Between Coding-Triplets and Amino-Acids*, in *Nature*. Vol. 207 (1965). pp. 597-99.

(2) S. R. Pelc & M. G. E. Welton. *Stereochemical Relationship Between Coding-Triplets and Amino-Acids*, in *Nature*. Vol. 209 (1966), pp. 868-70 ; *Specificity of the Stereochemical Relationship Between Ribonucleic Acid-Triplets and Amino-Acids*, in *Nature*. Vol. 209 (1966), pp. 870-72.

(3) C. R. Woese, D. H. Dugre, S. A. Dugre, M. Kondo & W. C. Saxinger. *On the Fundamental Nature and Evolution of the Genetics Code*. Cold Spring Harbor, Symp. Quant. Biol., 1966. 31, pp. 723-36.

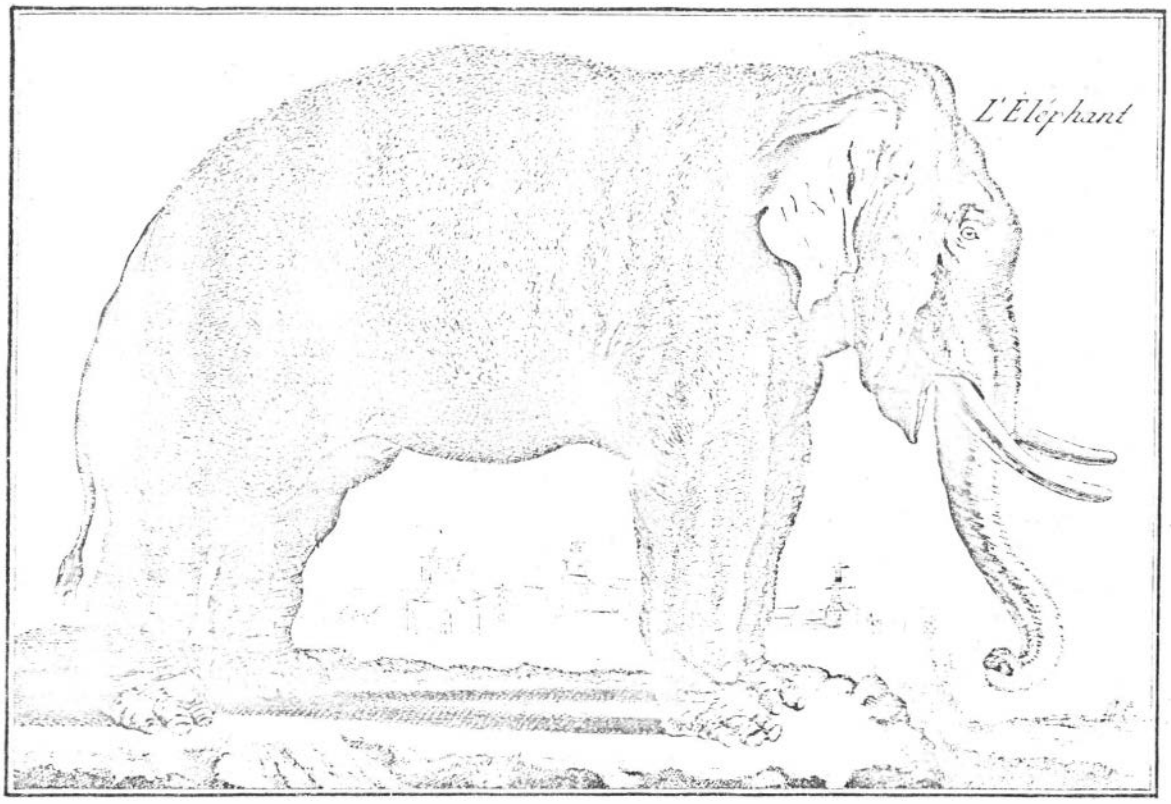
(4) F. Crick, in *Journal of Molecular Biology*. Vol. 43 (1969), p. 235.

(5) J. Monod. *Le hasard et la nécessité*. Seuil, 1970.

(6) T. M. Sonneborn. *Degeneracy in the Genetic Code : Extent, Nature and Genetic Implications*, in V. Bryson & H. J. Vogel (éd.). *Evolving Genes and Proteins*. Academic Press, éd. New-York & London, 1965. pp. 377-97.

(7) C. R. Woese, in *Journal of Molecular Biology*. Vol. 43 (1969), p. 235 ; *On the Evolution of the Genetics Code*, in Proc. Nat. Acad. Scie. US. Vol. 54 (1965), pp. 1546-52.

(8) F. Crick. *The Genetic Code : Yesterday, Today and Tomorrow*. Cold Spring Harbor, Symp. Quant. Biol., 1966. 31, pp. 3-9.



codons pouvant muter sans qu'il y ait de changement dans l'acide aminé traduit. Le code génétique, tel que nous le connaissons, est *dégénéré*, c'est-à-dire qu'un même acide aminé correspond à plusieurs codons. Or, si l'on consulte le tableau qui symbolise le code, on s'aperçoit qu'agencé comme il est, les mutations suivies d'un changement au niveau de l'acide aminé, y sont rares. Dans ce modèle, on admet donc la présence, dès le début, des vingt acides aminés.

Dans le *modèle n° 2*, on suppose que des *contraintes* se sont exercées sur le code, et qu'elles ont en quelque sorte prédéterminé son évolution. Faute de quoi, les chances d'*optimalisation* caractéristique du code en son état actuel n'auraient pas été suffisantes. Au début, les codons et les acides aminés se seraient correspondus par groupes, puis, au fur et à mesure, des relations préférentielles auraient été sélectionnées, tandis que les distinctions seraient devenues plus fines. Les vingt acides aminés ne seraient donc pas apparus d'emblée.

Les acides aminés n'interviennent pas non plus au départ dans le *modèle n° 3*. Dans cette perspective, les triplets du début n'auraient correspondu qu'à quelques acides aminés seulement. C'est au cours de l'évolution que de nouveaux amino-acides seraient apparus, et se seraient substitués à d'autres.

Tous ces modèles restent à tester. Il est probable que lorsque ce sera fait, d'ici à quelques années, nous serons en mesure, si nécessaire, de faire un choix.

Son évolution terminée, le code génétique s'est stabilisé sous la forme que nous lui connaissons. Cette forme s'est révélée adaptative, et on peut donc la considérer comme l'une des «meilleures» qui puissent être. Ce qui ne signifie pas qu'elle soit *la meilleure*. On peut même se demander si le code n'est pas *encore appelé à évoluer*. Disons tout de suite que c'est assez peu probable. En effet, si un codon changeait de sens (même au prix d'une transformation thermodynamiquement ou évolutivement favorable), les bouleversements seraient tels qu'ils entraîneraient obligatoirement la mort de l'organisme. Le code génétique semble donc aujourd'hui *figé*, du moins en ce qui concerne les soixante et un codons correspondant à des acides aminés. Restent évidemment les trois codons «non sens». Le premier, UAA (que l'on appelle *ochre*), joue un rôle physiologique important dans les ponctuations génétiques. Il est donc invraisemblable qu'il puisse changer de signification. En revanche, UAG (*ambre*) et UGA (*opale*), bien qu'ils jouent naturellement un rôle analogue à celui d'UAA, paraissent moins utilisés. On pourrait donc imaginer, avec Brenner, qu'une dernière étape d'évolution du code pourrait consister en une nouvelle définition d'UAG et d'UGA. Mais la probabilité reste mince. Une partie de l'évolution semble achevée, sans que le résultat, d'ailleurs, soit absolument parfait.

l'évolution moléculaire

Voici encore quelques années, l'évolution apparaissait comme un fait *incontestable*, mais, il faut bien le dire, à peu près *inexplicable* d'un point de vue global, dans la mesure où l'on s'en tenait aux schémas lamarckiens, darwiniens et même néo-mutationnistes. Encore les deux derniers courants, qui, contrairement au premier, ne contredisaient pas les données de la génétique moderne, pouvaient-ils expliquer (néo-darwinisme anglo-saxon) toute une série de phénomènes. La génétique des populations permettait même de *quantifier* l'avantage sélectif de telle ou telle mutation, dans des conditions données. Certaines lacunes propres à la macroévolution n'en étaient pas moins évidentes. On imaginait fort bien que des mutations ponctuelles aient pu permettre la modification des structures existantes. Mais on remarquait aussi que l'amplitude de ces variations, même importante, demeurait sans grand effet évolutif. C'est ainsi

que les mutations qui provoquent le changement de couleur de l'oeil de la drosophile, ou qui modifient la forme des feuilles de telle ou telle plante, sont sans commune mesure avec l'apparition d'une nouvelle structure *stricto sensu*.

Dans le cas de caractères de très grande importance, déterminés probablement par de nombreux gènes, les modifications doivent être précisément fort conséquentes. On peut penser, par exemple, que l'intelligence de l'homme et des vertébrés supérieurs varie entre des limites très éloignées. Mais, là encore, rien n'explique l'apparition d'une nouveauté correspondant à un accroissement de matière.

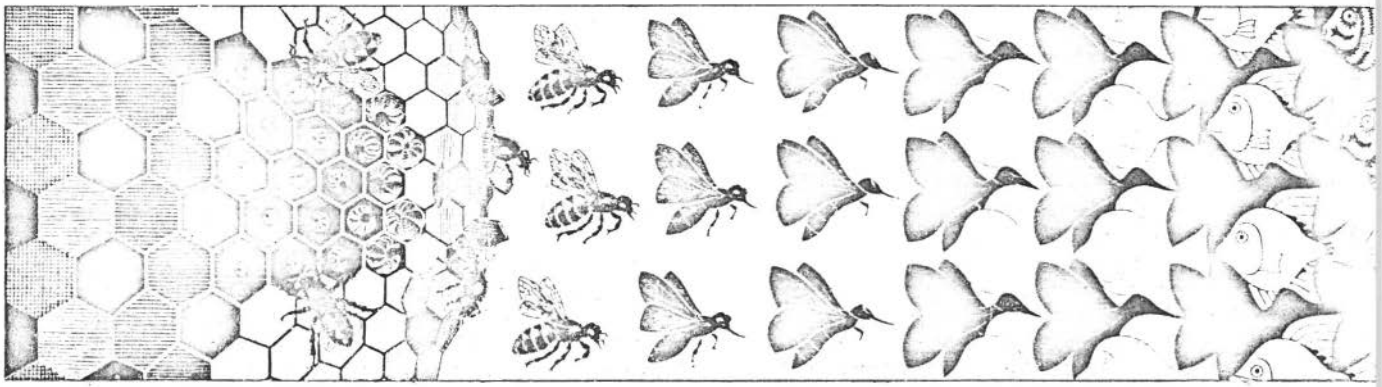
Les problèmes qui se posaient d'un point de vue théorique peuvent se résumer ainsi : comment rendre compte de l'*accroissement d'information* caractérisant l'évolution ? Comment expliquer que les mutations, qui sont le plus souvent neutres ou létales, puissent dans certains cas, alors même qu'elles sont nombreuses et donc susceptibles de produire des changements importants, être compatibles avec la vie ? Ne devraient-elles pas, avant d'acquérir (par leur somme) une valeur évolutive, bouleverser la structure préexistante au point de la rendre totalement inefficace ?

les hémoglobines

Grâce aux travaux de Linus Pauling, Zuckerkandl et V. M. Ingram, sur l'évolution des hémoglobines (9), il est maintenant possible d'apporter une réponse. Avec leurs chaînes alpha, béta, gamma, delta, les hémoglobines, ainsi que la myoglobine, sont des protéines très proches les unes des autres. Dans leurs séquences, certains secteurs sont identiques, d'autres différents. Or, par comparaison de ces séquences, et surtout si l'on utilise différentes hémoglobines provenant d'espèces animales distinctes, on peut reconstituer un véritable *arbre évolutif*, dont la phylogenèse correspond exactement à ce que la paléontologie laissait prévoir. Un élément *explicatif* essentiel se dégage alors nettement. Il aurait existé, au départ, *un* secteur d'ADN correspondant à une protéine. Puis, dans un deuxième temps, il y aurait eu *duplication* de la séquence caractéristique dudit secteur d'ADN. *Sur l'un des deux segments de l'ADN*, des mutations se seraient alors produites au fil des générations, en sorte que le produit codé par ce segment d'ADN servant de cible aux mutations, pourrait n'avoir initialement aucune utilité physiologique. Le segment resté intact aurait continué, de toute façon, d'assumer l'ancienne fonction, car, s'il était également l'objet de mutations d'importance, il est probable que l'ensemble ne serait pas viable. De son côté, le segment transformé pourrait acquérir, grâce à la *somme* des mutations, une nouvelle signification physiologique pouvant *se substituer* ou *s'ajouter* à la précédente.

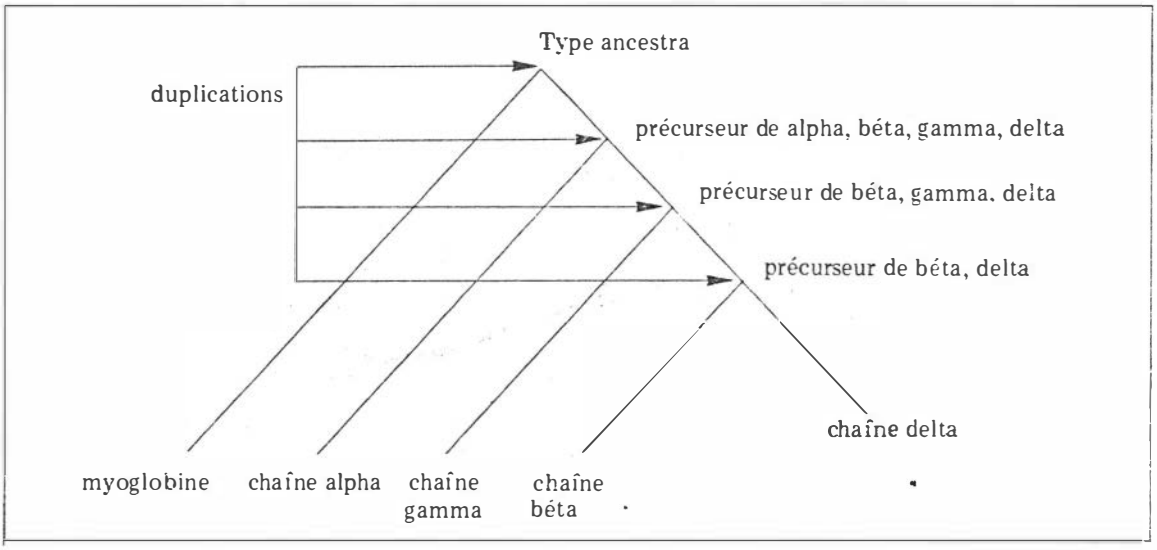
On s'explique mieux, dans ces conditions, qu'à partir d'un gène initial unique, on ait pu en obtenir un codant pour la myoglobine, et d'autres codant pour les différentes chaînes de la molécule d'hémoglobine. Or, le phénomène associe bien un *accroissement de matière informationnelle* et, d'autre part, une *somme de mutations* non obligatoirement létales au départ.

(9) E. Zuckerkandl. *The Evolution of Hemoglobin*, in *Scientific American*. mai 1965. E. Zuckerkandl & Linus Pauling. *Evolutionary Divergence and Convergence in Proteins*. in V. Bryson & H. J. Vogel (éd.). *Evolving Genes and Proteins*. op. cit. ; *Molecular Disease. Evolution and Genic Heterogeneity*, in Michael Kasha & Bernard Pullman (éd.). *Horizons in Biochemistry*. Academic Press, éd. New-York & London, 1962 ; Vernon M. Ingram. *Gene Evolution and the Hemoglobins*, in *Nature*. Vol. 189 (1961), pp. 704-08 ; G. Braunitzer, K. Hilse, V. Rudloff & N. Hilschmann. *The Hemoglobins*, in C. B. Anfinsen, J. T. Edsall, M. L. Anson & F. M. Richards (éd.). *Advances in Protein Chemistry*. Vol. XIX. Academic Press, éd. New-York & London, 1964.

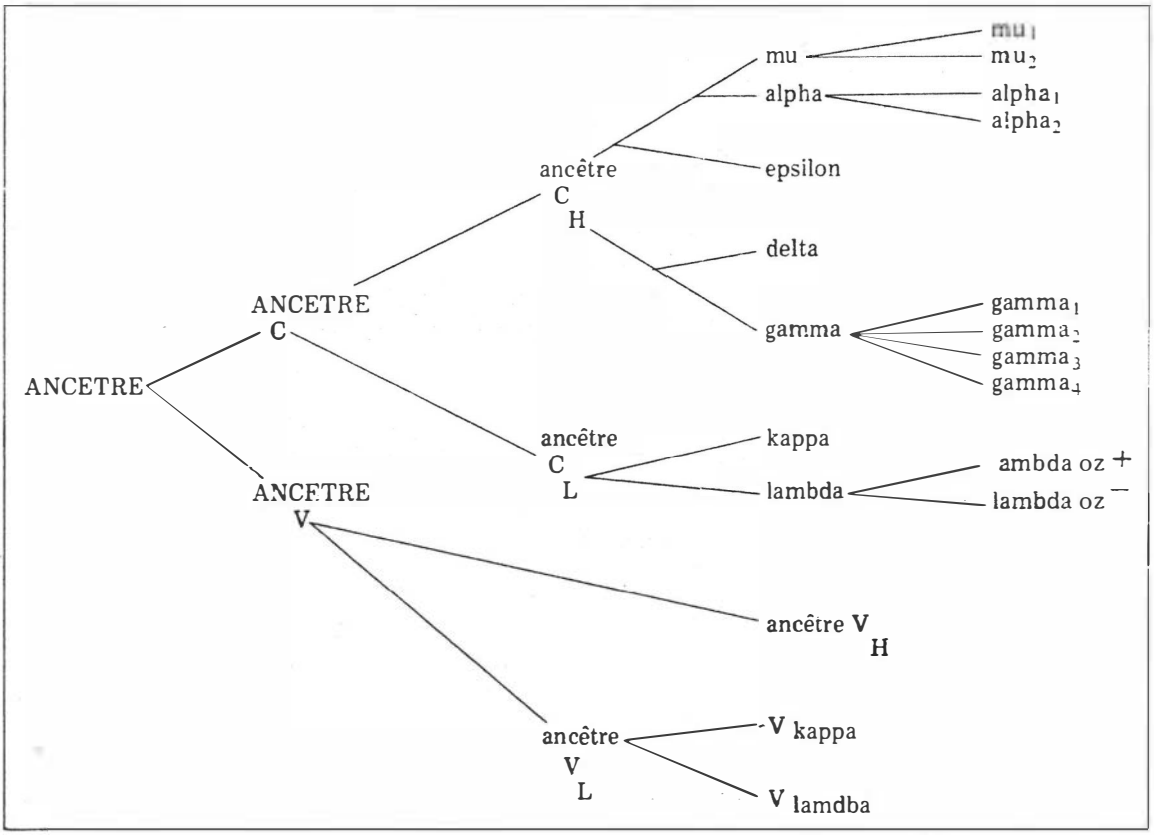


dessin de M. C. Escher.

D'après Zuckerkandl (*The Evolution of Hemoglobin*, in *Scientific American*), le schéma évolutif des hémoglobines s'établit comme suit :



On peut, selon le même principe, représenter l'évolution des *immunoglobines* (Ig). Le schéma ci-dessous fait dériver, à partir d'un ancêtre commun, les chaînes variables (V) et constantes de ces protéines. Dans chaque lignée, se différencient des chaînes lourdes (H) et légères (L), elles-mêmes divisées en classes et en sous-classes (alpha, béta, etc.) :



Evolution des immunoglobulines.

Ce processus d'évolution par duplication suivie de mutation-sélection, semble en définitive assez commun. On le retrouve, par exemple, dans la phylogenèse des protéines du ribosome.

Mais, quelles que soient les possibilités de généralisation de ce schéma précis, il est aujourd'hui certain que c'est à la biologie moléculaire de fournir les explications les plus convaincantes du mécanisme évolutif.

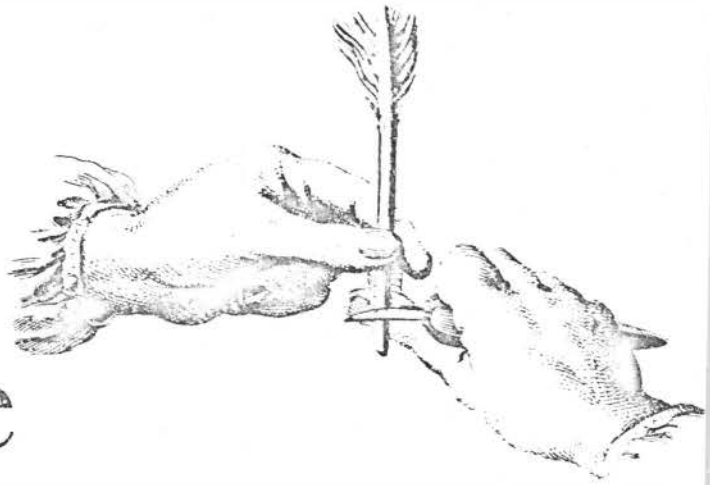
En cessant d'être inaccessibles, les énigmes de la vie perdent un peu de leur étrange pouvoir de fascination. Ainsi que le remarque l'un des plus grands chercheurs de notre temps, Francis Crick (*On Molecules and Men*. University of Washington Press, 1967), le *vitalisme*, qui a trop longtemps couvert de ses propres mystères les lacunes de notre savoir, n'a plus lieu d'être retenu. ■

Y. C.

BIBLIOGRAPHIE

Sur le code génétique et son évolution : C. R. Woese. *The Genetic Code*. Harper & Row, éd. New-York, 1967 ; M. Yeas. *The Biological Code*. North-Holland Publ. Co., éd. Amsterdam-London, 1969 ; François Chapeville. *Mécanisme de la biosynthèse des protéines*. Polycopié de l'UER de biochimie Université de Paris VII, 1971.

Sur l'évolution moléculaire : V. Bryson & H. J. Vogel (éd.). *Evolving Genes and Proteins*. Academic Press, 1965 ; T. H. Jukes. *Molecules and Evolution*. Columbia University Press, éd. New-York, 1966 ; Ohno Susumu. *Evolution by Gene Duplication*. Springer-Verlag, éd. Berlin-Heidelberg, 1970. ■



bibliographie

Dans chacun de ses numéros, *Nouvelle Ecole* publie un classement des principaux essais récemment parus. Les ouvrages, regroupés par disciplines, sont répartis en trois catégories, auxquelles correspond un indice chiffré d'intérêt décroissant : 1. *La Sélection*, qui comprend les titres les plus interessants publiés durant la période écoulée ; 2. *Les livres à consulter*, sur lesquels on peut faire certaines réserves, mais qui méritent d'être lus ; 3. *Les livres à signaler*, qui contiennent parfois des éléments documentaires.

L'indice chiffré (1, 2 ou 3) figure après chaque titre. Les ouvrages sont cotés en fonction de leur valeur intrinsèque, mais aussi des informations qu'ils contiennent, et des conclusions de l'auteur. Les essais sans intérêt du point de vue de la rédaction de *N.E.* ne sont pas signalés. La cote (°) indique un ouvrage spécialisé, qu'il est préférable d'aborder avec de bonnes connaissances du sujet.

références

sociologie, psychologie

Raymond RUYER. *Les nuisances idéologiques* (1) / Comment dépister et soigner les épidémies mentales, avec une description des principaux symptômes cliniques. Calmann-Lévy. 337 pp., 23,20 F.

Donald N. LEVINE. *Georg Simmel on Individuality and Social Forms* (2) La «géométrie sociale» portée au niveau des rapports interindividuels. Textes choisis. The University of Chicago Press, London & Chicago. 395 pp.

Gustave LE BON. *Psychologie des foules* (1) Le comportement et les croyances des masses, leur unité mentale. Pas une ligne à reprendre (rééd.). PUF. 132 pp., 12 F.

Jean CHARTIER. *Cours pratique de caractérologie* (2) / Orientation professionnelle et consultations caractérologiques. Manque parfois de clarté. Dangles (38 rue de Moscou / Paris 8). 236 pp., 24 F (°).

Michel CROZIER. *Le phénomène bureaucratique* (2) / «Le socialisme d'Etat centralisateur semble de plus en plus associé à l'inefficacité». Seuil. 382 pp., 9 F.

Norman MAILER. *Prisonnier du sexe* (2) Contre le «sexisme» à rebours. Une réponse assez brillante à Mme Millett et ses consoeurs. Laffont. 238 pp., 16,70 F.

économie

Claude FOHLEN. *Qu'est-ce que la révolution industrielle ?* (2) Le mythe de la paupérisation. Effets divergents d'une «implosion historique». Laffont. 317 pp., 22,30 F.

Fritz MACHLUP. *Essais de sémantique économique* (1) / Quelle est la signification empirique de l'utilité marginale ? Quels sont les critères de vérité d'une théorie économique ? Un important travail de définition. Calmann-Lévy. 344 pp., 29,70 F.

Piet TOMMISSEN. *De economische epistemologie van Vilfredo Pareto* (1) / L'épistémologie économique et l'élitisme. Bibliographie «parétienne» probablement exhaustive. Sint-Aloysiushandelshogeschool (Broekstraat 113 1000 - Bruxelles). 448 pp. (°).

J. SCHUMPETER. *Esquisse d'une histoire de la science économique, des origines au début du XXème siècle* (1) L'école historique et la théorie marginale. Comment la science économique est devenu autonome. Avant-propos du prof. G.-H. Bousquet. Dalloz. 234 pp., 24 F.

Maurice ALLAIS, Raymond ARON, Jean CAPELLE et alia. *Le libéralisme, sortie de secours du socialisme* (2) Les débats de la 3ème Semaine de la pensée libérale (novembre 1970). Ed. Etapes (14 rue de l'Armorique Paris 15). 221 pp. 22,50 F.

Raoul PRADO. *La prise de décision économique dans le domaine public : le cas des OREAM* (1) Les outils privilégiés de la politique d'aménagement du territoire. Université de Caen (UER-Sciences économiques). 116 pp. (°).

régions, folklore

Jean GAVOT. *Le folklore vivant du comté de Nice et des Alpes maritimes* (2) / carnaval de Nice, *estacada* de Breil, pénitents : tradition profane et pélérinages populaires. A. Chantemerle (31 av. Frédéric-Mistral / 26 - Nyons). 141 pp. + XXIV pl., 33 F.

Karl BOSL. *Bayerische Geschichte* (1) / La Bavière, des origines à nos jours. Index, photos et cartes. List Verlag (8 München 15, Goethestr. 43). 322 pp., 29,80 DM.

Gwenole LE MENN. *Choix de prénoms bretons* (1) / Lexique clairement écrit, avec les variations, les dérivés et l'étymologie. Presses Univ. de Bretagne (10 rue Vicairie / 22 - Saint-Brieuc). 69 pp., 7 F.

Louis COSTEL. *Bonnes gens* (2) / Un village normand, à peine un hameau. Les derniers échos d'une société qui disparaît (chronique romancée). Préface de M. Gilles Perrault. Ed. OCEP (43 rue saint-Nicolas / 50 - Coutances). 255 pp.

Nicolas BOURGEOIS. *Les Hexagons* (1) / De la Gaule à l'«universelle banlieue». Une histoire de France non-conformiste. Chez l'auteur (Château de l'Orme / 59 - Hazebrouck). 138 pp.

Ludo VAN WAUWE. *Fédéralisme, utopie ou possibilité ?* (2) Pour une Belgique fédérale dans l'Europe des régions. Importante annexe sur les anciens combattants flamands. Ed. Erasme, Antwerpen. 224 pp.

Abbé H. POISSON. *Histoire de Bretagne* (2) / Bien complet pour la période historique. Point de vue strictement confessionnel (rééd.). Ed. Kendalc'h et chez l'auteur (22 rue Brizeux / 35 - Rennes). 364 pp., 30 F.

L.J.B. BERENGER-FERAUD. *Réminiscences populaires de la Provence* et *Les légendes de la Provence* (1) / Des pages inconnues d'une histoire «provençalisée». Réimpression de l'éd. originale de 1885-88. A. Chantemerle, Nyons. 816 pp.

Hermann GERSTNER. *Leben und Werk der Brüder Grimm* (1) / La vie merveilleuse de Jacob et Wilhelm Grimm, philologues et conteurs (Hänsel et Gretel...) Hohenloher Druck-und Verlagshaus, Gerabronn. 376 pp., 24 DM.

André DHOTEL. *Nord-Flandre / Artois-Picardie* (1) / Album de photos. La beauté de ces départements du «Nord», qui ont perdu jusqu'à leur nom. Ed. Sun (5 rue du Pont-de-Lodi / Paris 6). 100 pp., 37 F.

Jean DELUMEAU (éd.). *Documents de l'histoire de la Bretagne* (2) / Complément à une précédente *Histoire de la Bretagne*. Des éléments intéressants, mais la partie contemporaine est extrêmement négligée. Privat, Toulouse. 402 pp., 69 F.

biologie, génétique

Friedrich Georg JÜNGER. *Die vollkomene Schöpfung* (2) / Nature ou science naturelle ? Une discussion sur la biologique moderne et l'idée d'évolution. Vittorio Klostermann (6000 - Frankfurt/M. 90 / Frauenlobstr. 22). 280 pp., 18,50 DM.

Arthur R. JENSEN, J. McV. HUNT et alia. *Environment, Heredity and Intelligence* (1) / Contient la célèbre étude du prof. Jensen sur l'intégration raciale et les résultats scolaires. Avec une réponse aux critiques. Harvard Educational Review Reprint Series (13 Appian Way / Cambridge, Mass. 02138). 246 pp. 3,75 dol. (°).

Arthur KOESTLER. *L'étreinte du crapaud* (2) / Le biologiste Kammerer, apôtre de l'hérédité des caractères acquis, s'était suicidé en 1926. Koestler reprend l'enquête. Calmann-Lévy. 268 pp., 20,45 F.

Albert JACQUART, Léon TABAH et alia. *Génétique et populations* (1) / Mélanges en l'honneur du Dr. Jean Sutter, ancien adjoint d'Alexis Carrel, animateur de l'INED, auteur de *L'eugénique*. PUF et INED (*Cahier* n° 60). 285 pp., 30 F (°).

Augusto ASCOLANI & Anna-Maria BIRINDELLI. *Introduzione Bibliografica ai problemi delle migrazioni* (1) Typologie des migrations, effets du phénomène migratoire. Une bibliographie commentée. CISPP (Via Nomentana, 41 / 00161 Roma). 457 pp., 5 700 L.

Julian HUXLEY (éd.) *Le comportement rituel chez l'homme et l'animal* (1) / L'approche éthologique et la «ritualisation phylogénétique». Compte-rendu d'un colloque de la Royal Academy de Londres. Gallimard. 419 pp., 38 F.

Motoo KIMURA & Tomoko OHTA. *Theoretical Aspects of Population Genetics* (1) / Quelques théories mathématiques appliquées aux sciences de la vie. Princeton University Press (Princeton, N.J. 08540). 219 pp., 12,50 dol. (°).

archéologie, protohistoire

John CHADWICK. *Le déchiffrement du linéaire B* (1) / Aux origines de la langue grecque : Les Mycéniens étaient bien des Hellènes. La prodigieuse découverte de Michaël Ventris. Gallimard. 238 pp., 29 F.

Freerk Haye HAMKENS. *Der Externstein* (1) / Au milieu de la Teutoburger Wald, le mystérieux sanctuaire des vieux Germains. L'ouvrage le plus complet. Grabert-Verlag (74 - Tübingen / Postfach 1308). 365 pp., 28 DM.

Stuart PIGGOTT. *Ancient Europe* (1) / Des débuts de l'agriculture jusqu'à l'Antiquité classique. Edinburgh University Press (22 George Square / Edinburgh 8). 343 pp., 50 s.

Raymond SCHMITTLEIN. *Avec César en Gaule* (1) / Le journal d'opérations d'une campagne coloniale classique. Pour «réhabiliter» le proconsul. Ed. d'Artrey. 332 pp.

Emmanuel LAROCHE. *Catalogue des textes hittites* (2) / Refonte d'une esquisse parue dans la *Revue hittite et asianique*. Un inventaire non-descriptif. Klincksieck (11 rue de Lille / Paris 7). 273 pp., 60 F (°).

Miklos SZABO. *Sur les traces des Celtes en Hongrie* (1) / La conquête celtique en «Transdanubie». Présentation claire et soignée. Corvina-Hereditas, Budapest. 146 pp.

Rolf HACHMANN. *Les Germains* (2) / Les problèmes, les données archéologiques, l'âme de la civilisation. Nombreuses illustrations. Nagel. 206 pp., 50,25 F.

Flavius JOSEPHE. *Histoire ancienne des Juifs* et *La guerre des Juifs contre les Romains* (1) / Un témoignage capital sur Rome et la Judée. L'auteur prit part aux événements. Lidis (23 rue des Grands-Augustins / Paris 6). 954 pp.

Daniel JALMAIN. *Archéologie aérienne en Ile-de-France* (1) Forteresses médiévales et routiers romains disparus. Un tourisme inattendu. Technip (27 rue Ginoux / Paris 15). 172 pp., 39 F.

Jaroslav PRUSEK. *Chinese Statelets and the Northern Barbarians. 1400-1300 B.C.* (1) / La participation des «Barbares» du nord-est aux origines de la civilisation chinoise. D. Reidel Publ. Co. (419-21 Singel. P.O. Box 17 Dordrecht, Pays-Bas). 312 pp.

Barry CUNLIFFE. *Fishbourne* (1) La présence romaine en Grande-Bretagne. Un témoignage archéologique. Gustav Lübbe Verlag (5070 - Bergish Gladbach / Postfach 20). 250 pp.

arts

Pierre DE MARTINO & Germain BAZIN (éd.). *Encyclopédie de l'art* (2) / Premier volume consacré à la préhistoire et à l'Antiquité. Découpage classique, très belles illustrations. Lidis. 428 pp.

Helmut NACHTIGALL. *Schmuck an Fachwerkhözern* (1) / Les maisons à colombages de la région de Giessen. Motifs décoratifs et boiseries. Wilhelm Schmitz (63 - Giessen / Pestalozzistr. 1-3). 80 pp., 6,10 DM.

Michel MARMIN. *Raoul Walsh* (1) Le cinéaste du *Big Trail* et de *La charge de la 8ème brigade*. Dédié aux «soldats américains qui meurent en Indochine». Avec des citations de Nietzsche et Gobineau. Seghers. 188 pp., 9,25 F.

A.W. BROGGER & Haakon SHETELIG. *The Viking Ships. Their Ancestry and Evolution.* Le rôle moteur de la navigation dans l'économie norvégienne. C. Hurst & Co., London. 192 pp., 7,50 livres.

Carl SCHELLENBERG. *Schönes altes Hamburg* (1) / La vieille cité hanséatique au XIXème siècle. Les plus jolies gravures. Hans Christians Verlag (2 Hamburg 36 / Kleine Theaterstr. 9/10). 41 pp.

René BONNARDEL. *Hommes et glaces du Groënland* (2) / De la saga aux radars de Thulé. Les derniers jours des chasseurs de phoque. Fernand-Nathan 128 pp., 29 F.

science politique

Robert MICHELS. *Les partis politiques* (1) / Comment les partis le plus démocratiques deviennent des oligarchies. Un grand classique de la politologie. Flammarion. 309 pp., 9 F.

Guy GEST. *La pensée politique de George Orwell* (1) / L'auteur de *1984* et de *La ferme des animaux*. Une pénétrante critique du socialisme selon Staline et Big Brother. Libr. Gén. de Droit et de Jurisprudence. 78 pp.

Karl POPPER & Herbert MARCUSE. *Revolution oder Reform ?* (2) Quand un néo-marxiste affronte un logicien. L'écroulement d'un système. Kösel-Verlag, München. 48 pp.

Michel GANZIN. *La pensée politique d'Edmund Burke* (1) Un portrait du premier grand contempteur de la Révolution. La politique promue au rang de science expérimentale. Libr. Gén. de Droit & de Jurisprudence. 464 pp., 65 F.

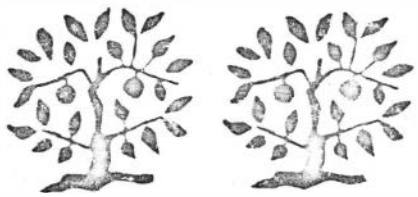
Miriam GROSS (éd.). *The World of George Orwell* (2) / La vie paradoxale d'Eric Blair, alias Orwell. Des essais inégaux. Weidenfeld & Nicolson (5 Winsley Street / London W1). 182 pp., 3,75 livres.

Jean HAUPT. *Le procès de la démocratie* (2) / Une critique traditionnelle des «immortels principes» : l'Etat sans chef ou la femme sans tête. Découvertes (Rua Artilharia Um, 48, 1° Dt° / Lisboa). 203 pp.

Carl SCHMITT. *La notion de politique* et *Théorie du partisan* (1) / Toute politique implique la puissance. Dès lors, la décision politique par excellence est la désignation de l'ennemi. Calmann-Lévy. 331 pp., 26 F.

Armin MOHLER. *Vergangenheitsbewältigung* (1) / Comment «surmonter» le passé. De la purification idéologique à la manipulation des idées. Seewald-Verlag, Stuttgart-Degerloch. 102 pp.

Ilse DRONBERGER. *The Political Thought of Max Weber* (1) / Une importante biographie politique. Avec une annexe «méthodologique». Appleton-Century-Crofts (440 Park Avenue South / New-York, N.Y. 10016). 436 pp.



linguistique, philologie

Philippe WOLFF. *Les origines linguistiques de l'Europe occidentale* (1) Survol approfondi des langues néo-indo-européennes. Agréable et bien illustré. Hachette. 256 pp., 23 F.

Marie-Thérèse MORLET. *Les noms de personne sur le territoire de l'ancienne Gaule du VIème au XIIème siècle* (Tome 1) (1) / Les noms issus du germanique continental et les créations gallo-germaniques (rééd.). Ed. du CNRS. 237 pp. (°).

Jaan PUHVEL & Henrik BIRNBAUM (éd.). *Ancient Indo-European Dialects* (1) / Communications faites en avril 1963, à la Conférence de linguistique indo-européenne de Los Angeles. University of California Press (Berkeley 94720). 247 pp., 12 dol. (°).

Gerhard ROHLFS. *Le Gascon. Etudes de philologie pyrénéenne* (2) / Comparaison systématique avec les langues ibéroromanes. Accord étroit avec le catalan. Marrimpouey, Pau. 248 pp. (°).

Guy HERAUD. *Pour un droit linguistique comparé* (1) / De la légitimité d'une législation nouvelle. Tiré à part de la *Revue internationale de droit comparé*. 21 pp.

Albert DAUZAT, Jean DUBOIS & Henri MITTERRAND. *Nouveau dictionnaire étymologique et historique* (1) La place impartie aux termes régionaux est un peu réduite. Mais l'évolution des mots est bien suivie. Larousse. 805 pp., 12,80 F.

Benjamin LEE WHORF. *Linguistique et anthropologie* (1) Une langue n'est jamais un instrument neutre. Elle reflète la mentalité que traduit une civilisation (rééd.). Denoël-Gonthier. 228 pp., 18,60 F.

Martyn F. WAKELIN. (éd.). *Patterns in the Folk Speech of the British Isles* (1) Les formes dialectales de l'anglais. Classification géographique et «socio-professionnelle». The Athlone Press, London. 204 pp., 4 livres (°).

religions

Patrice BOUSSEL. *Des reliques, et de leur bon usage* (1) Du saint-prépuce aux 178 millions de mm³ de la Vraie Croix. Créations, imitations, commerce. Balland. 300 pp., 34 F.

Jean MARQUES-RIVIERE. *Histoire des doctrines ésotériques* (1) La nature profonde de la mentalité initiatique. Une étude sérieuse (rééd.). Payot. 364 pp., 30,70 F.

Jules VUILLEMIN. *Le dieu d'Anselme et les apparences de la raison* (1) Analyse logique de la preuve de l'existence de Dieu contenue dans le *Proslogion*. Aubier-Montaigne. 189 pp. (°).

Robert AMBELAIN. *La vie secrète de saint-Paul* (1) / Shaoul, prince hérodien d'origine iduméenne ? Le véritable chemin de Damas. Laffont. 402 pp., 20,50 F.

E.E. HAHN. *Heiligtümer des Germanen* (2) / L'ancienneté des sanctuaires païens. Quelques notes sur l'Irminsul des Germains. Hohenloher Druck- und Verlagshaus (7182 - Gerabronn). 56 pp. 9,80 DM.

Jean-Michel ANGEBERT. *Les mystiques du soleil* (2) / D'Akhenaton à Napoléon. «O soleil ! Toi sans qui les choses Ne seraient que ce qu'elles sont !» (Edmond Rostand). Laffont. 398 pp., 20,50 F.

science, epistémologie

Albert EINSTEIN. *Quatre conférences sur la théorie de la relativité* (1) / Les idées principales et les méthodes mathématiques de la Théorie restreinte et générale (rééd.). Gauthier-Villars. 96 pp., 15 F (°).

Lewis CARROLL. *Symbolic Logic* et *The Game of Logic* (1) / L'oeuvre mathématique de l'auteur d'*Alice*. Paradoxes malicieux sur le syllogisme et son expression symbolique. Dover Publ. (180 Varick Street New-York, N.Y. 10014). 304 pp., 2,75 dol. (°).

Jacques MONOD, Maurice CAVEING et alia. *Epistémologie et marxisme* (2) / Recueil d'essais parus dans *Raison présente*. Les marxistes «orthodoxes» sont la majorité. UGE-10/18. 312 pp., 6 F.

Roland FRAISSE. *Cours de logique mathématique* (Tome 1) (2) Du point de vue de la sémantique de préférence à celui de la syntaxe. Formule logique, relation, complétude et compacité. 197 pp., 45 F (°).

J. BRADLEY. *Mach's Philosophy of Science* (1) L'oeuvre théorique du fondateur de l'empiriocriticisme (1838-1916). The Athlone Press (4 Gower Street London WC 1). 226 pp., 4 livres (°).

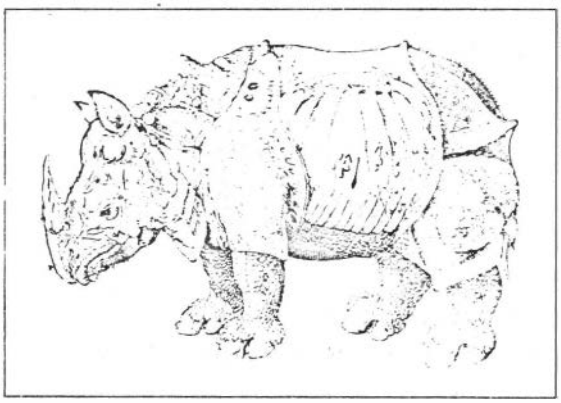
Paul LANGEVIN. *La pensée et l'action* (3) Quelques textes scientifiques intéressants. Le commentaire, communiste au sens strict, met l'accent sur les aspects politiques. Ed. Sociales. 349 pp., 12 F.

Rudolf CARNAP. *Symbolische Logik* (1) Langage et métalangage symboliques. La première édition est de 1954 (rééd.). Springer-Verlag, Wien. 248 pp.

histoire

François d'ORCIVAL. *Les Marines* (1) / Les gendarmes du monde et la parade des fusils. Devise : Semper fidelis. Balland. 373 pp., 32 F.

Jacques de MAHIEU. *Le grand voyage du dieu-soleil* (1) Les Vikings n'ont pas seulement découvert l'Amérique ; ils sont allés jusqu'au Paraguay. Des photos et des preuves. Ed. Spéciale (24 rue de l'Abbé-Grégoire / Paris 6). 205 pp., 25 F.



Dessin de Dürer

L.A. PUNTILA. *Bismarcks Frankreichpolitik* (1) / A l'origine du problème franco-allemand. L'auteur enseigne à Helsinki. Musterschmidt Verlag (Göttingen / Turmstr. 7). 326 pp., 35 F.

W.E. BROWN & A.W. COYSH. *The Map Approach to Twentieth-Century History*. L'histoire contemporaine en cinquante tableaux. University Tutorial Press (9-10 Great Sutton Street / London EC 1). 103 pp.

Herbert JANKUHN. *Typen und Funktionen Vor- und Frühwikingerzeitlicher Handelsplätze um Ostseegebiet* (1) Haithabu Birka, Aarhus, Köpinge : les places-fortes maritimes et commerciales de l'ancienne Scandinavie. Hermann Böhlaus Nachf. (1096 - Wien Frangasse 4). 38 pp. - XVIII pl., öS 64.

P.H. SAWYER. *The Age of Vikings* (1) / L'un des ouvrages les plus récents. Une première édition avait soulevé des polémiques. Edward Arnold Ltd. (41 Maddox Street / London W1R OAN). 275 pp., 3,50 livres.

Eugene R. AUGUST (éd.). *Carlyle : The Nigger Question / Mill : The Negro Question* (2) / Un dialogue Thomas Carlyle-Stuart Mill. Les deux textes paraissent ensemble pour la première fois. Appleton-Century-Crofts, New-York. 59 pp., 0,65 dol.

Gerald STONE. *The Smallest Slavonic Nation : The Sorbs of Lusatia* (1) / Histoire, littérature et coutumes des Sorabes de Lusace (ou Wendes), passés au IXème siècle sous la domination allemande. The Athlone Press, London. 201 pp., 3,50 livres.

Charles-Marie TERNES. *En Rhénanie à l'époque romaine (Ier au IVème siècles)* (1) / Heurs et malheurs du *Limes* de Germanie. Description attentive du «miracle trévire». Hachette. 339 pp., 28 F.

Rudolf PÖRTNER. *Die Wikinger-Saga* (2) Etude personnelle sur l'expansion viking, par l'auteur de *Bevor die Römer kamen*. Econ Verlag, Düsseldorf. 454 pp., 36 DM.

Lucien MUSSET. *Les invasions : le second assaut contre l'Europe chrétienne (VIIème-XIème siècles)* (1) / Fait suite au volume sur *Les vagues germaniques*, mais tient compte des derniers acquis. PUF. 304 pp., 26 F.

Kurt KEPPLER. *Tod über Deutschland* (2) / Roosevelt, Truman et l'histoire du «plan Morgenthau». Grabert-Verlag, Tübingen. 390 pp.

biopolitique

Roger MOLINIER & Pierre VIGNES. *Ecologie et biocénotique* (1) / Les principaux écosystèmes terrestres et marins. Préface de M. Jean Dorst. Delachaux & Nietslé. 457 pp. (°).

Jeanne PAGES. *Le contrôle des naissances en France et à l'étranger* (1) / L'évolution du Droit. les obstacles coutumiers. Thèse de doctorat soutenue en 1970. Libr. Gén. de Droit & de Jurisprudence (20-24 rue Soufflot / Paris 5). 323 pp., 48 F (°).

Henri LABORIT. *L'homme et la ville* (2) / Les grandes cités comme entités réductrices de l'«égoïsme biologique». De justes observations noyées dans un certain volontarisme. Flammarion. 215 pp., 26 F.

H.-Ch. GEFFROY. *P.D.G., mon frère* (2) / Médecine naturelle et alimentation protectrice. L'auteur dirige «La vie claire». Table-ronde. 263 pp.

divers

Gabriel MATZNEFF. *Le carnet arabe* (1) «L'Occident que j'aurais aimé n'existe plus ; l'Orient que j'aime n'existera bientôt plus». Des réflexions «palestiniennes», dans le souvenir du grand Aurélien. Table-ronde, 229 pp.

Paul SERANT. *Lettre à Louis Pauwels sur les gens inquiets* (2) / Tout ne va pas pour le mieux dans le meilleur des mondes. L'éternel débat de la science et de la tradition. Table-ronde. 213 pp.

Raymond ABELLIO. *Ma dernière mémoire* (tome 1) (2) / Un vrai retour sur soi est une seconde naissance. Gallimard. 226 pp., 23 F.

R.W. MUNRO. *Kinsmen and Clansmen* (2) / L'histoire et les tartans de tous les clans écossais. Johnston & Bacon (Edina Place / Edinburg EH7). 192 pp., 1,25 livre.

Robert POULET. *Contre l'amour, la jeunesse et la plèbe* (1) / Trois objets sacrés ayant échappé aux fausses hardiesses de la «contestation» (rééd.). Denoël. 368 pp., 28 F.

Christian PERRIN. *Les îles anglo-normandes* (2) / Jersey, Guernesey, Sercq, Aurigny. Des îles déjà très lointaines. Hachette. 190 pp.

A.G. PUTTOCK. *A Dictionary of Heraldry and Related Subjects* (2) / L'héraldique comme introduction à la science des lignées. John Gifford, London. 256 pp., 2,10 livres.

Raymond CARANTA & Pierre CANTEGRIT. *L'aristocratie du pistolet* (2) / Colt, Smith & Wesson, Browning, Mauser, Hämmerli : les grandes familles, au fil des générations. Bailand. 358 pp.

bibliographie

En 1912, le grand anthropologue italien Renato Biasutti faisait paraître une importante monographie sur la distribution géographique des traits anthropologiques et des types humains. (*La distribuzione dei caratteri e dei tipi antropologici. Memorie geografice* n° 6. *Supplemento alla Rivista geographica italiana.* Vol. 18, 1912). Par la suite, devenu l'un des fondateurs de l'école italienne d'anthropogéographie, il devait publier un ouvrage (en plusieurs volumes) promis à une grande notoriété : *Le Razze e i Popoli della Terra* (1966).

Bertil Lundman. *Geographische Anthropologie.* Gustav-Fisher Verlag, éd. Stuttgart, 1967. 228 pp. (61 cartes, 64 figures, 6 tableaux), 38 DM.

Gustav-Fisher Verlag : 7 000 Stuttgart 72 (Hohenheim) / Postfasch 53 - Wollgrasweg, 49 (Allemagne fédérale).

analyse

Le livre du professeur Bertil Lundman, qui est dédié à la mémoire du Dr. Biasutti, explore lui aussi les rapports existant entre l'anthropologie et la géographie. L'auteur a rassemblé quelque 61 cartes indiquant la répartition des principaux traits anthropologiques (stature, indice céphalique, indice facial, indice nasal, couleur de la peau, texture et couleur des cheveux, couleur des yeux, groupes sanguins, etc.) pour le monde dans son ensemble, et aussi pour quelques régions déterminées (Europe, Asie, Afrique, Amérique). D'autres diagrammes montrent la distribution des races, des cultures, des langues et des types physiques.

A partir de ces données de base, le professeur Lundman a remarquablement construit son ouvrage. Après une courte introduction historique, retraçant les grandes étapes de l'anthropologie, *Geographische Anthropologie* est divisé en quatre parties. La première (données générales) concerne les différents caractères raciaux et leur répartition geographique (membres et tronc, crâne et figure, peau et cheveux, physiognomonie, physiologie, constitution), les méthodes de classification raciale, et les rapports entre la race, la langue, la culture et le peuple (*Volk*).

Dans la seconde partie (Europe), l'auteur étudie brièvement la géographie et la préhistoire du continent européen, passe en revue les peuples indo-européens et non-indo-européens qui y vivent actuellement, et donne quelques indications sur l'histoire raciale de l'Europe. Le même découpage se retrouve dans la troisième partie (hors d'Europe), qui se rapporte à l'anthropologie raciale dans le reste du monde. On y trouve des études générales sur l'histoire, la géographie, les langues, les races et les cultures asiatiques, et des sections plus détaillées sur les cultures, les peuples et les races de l'Inde, de l'Asie du sud-ouest, du nord, du centre et du sud-est. Cette partie s'achève par quelques chapitres consacrés à l'Australie, l'Océanie, les Amériques et l'Afrique (noire, blanche, Madagascar).

La quatrième partie (suppléments) comprend une brève description des principaux caractères physiques des races et des sous-races humaines, une classification des langues et des types culturels, et une bibliographie commentée.

Le Dr. Lundman, professeur d'anthropologie à l'Université d'Uppsala (Suède), auteur de plusieurs livres et de nombreux articles d'anthropologie, était particulièrement qualifié pour traiter un tel sujet. Les étudiants trouveront dans sa *Geographische Anthropologie* une excellente introduction à l'étude ethnique de l'humanité. L'ouvrage mériterait d'être traduit en anglais et en français.

Donald A. SWAN

(traduit par Alain de Benoist)

Arthur R. JENSEN

REPOND AUX QUESTIONS DE "NOUVELLE ECOLE"

Voici bientôt quatre ans, l'une des revues scientifiques américaine les plus en vue, la *Harvard Educational Review (HER)*, publiait une longue étude intitulés *How Much Can We Boost IQ and Scholastic Achievement ? (HER.* Vol. 39, n° 1. Hiver 1968-69, pp. 1-123). Celle-ci, dès sa parution, avait un profond retentissement et déclenchait des polémiques sans nombre.

L'auteur, le professeur Arthur R. Jensen, de l'Université de Californie (Berkeley), Fellow de l'American Educational Research Association, y rendait compte d'une enquête extrêmement approfondie concernant les résultats scolaires et le niveau d'intelligence de plusieurs milliers de jeunes Noirs et de jeunes Blancs.

Dans cette étude d'une centaine de pages, le Dr. Jensen affirmait que l'écart constant des résultats obtenus par les Blancs et les Noirs américains aux tests destinés à mesurer le Q.I. (quotient d'intelligence), écart s'élevant en moyenne à quinze points, prouvait l'existence de différences structurales d'intelligence entre les deux races, et que ces différences étaient héréditaires. Il précisait que l'écart était particulièrement net dans le domaine du raisonnement abstrait, alors qu'il était pratiquement nul dans les tests de mémorisation (répétition de la chose apprise). Enfin, critiquant les programmes scolaires en vigueur aux Etats-Unis, il estimait que les enseignants devaient tenir compte de ces différences, et qu'en particulier, les programmes dits de rattrapage *(compensatory education)* seraient voués à l'échec aussi longtemps qu'ils ne le feraient pas.

Ces conclusions furent d'autant plus remarquées qu'elles intervenaient au moment où de nombreuses autorités scientifiques et gouvernementales américaines s'inquiétaient des «inégalités scolaires», et s'interrogeaient sur le moyen de les réduire.

Deux rapports officiels, publiés par les professeurs Daniel P. Moynihan, de la Harvard University (*The Negro Family.* U.S. Dept. of Labor Office of Policy Planning & Research, éd. Washington, 1965), et James S. Coleman, de la John Hopkins University (*Equality of Educational Opportunity : Summary.* Government Printing Office U.S. Dept. of Health, Education & Welfare, éd. Washington, 1966), avaient déjà fait l'effet d'une bombe, car leurs auteurs y prenaient le contre-pied de certains lieux communs à la

mode. Peu après, le 21 octobre 1967, s'était tenue à l'initiative du Colloquium Board of the Harvard Graduate Schools of Education, une Conference on Equality of Educational Opportunity, qui avait fait un certain bruit.

La *Harvard Educational Review*, de son côté, avait fait paraître un numéro spécial sur l'égalité des chances dans l'éducation (*Equal Education Opportunity*. Vol. 38, n° 1. Hiver 1967-68), auquel avaient collaboré James Coleman, Daniel P. Moynihan, Harold Howe III, Henry Dyer, Irwin Katz, Alan Wilson, Thomas Pettigrew, etc.

Dès sa publication dans la *HER*, l'enquête du Dr. Jensen relança le débat. La *Harvard Educational Review*, dans son numéro suivant (Vol. 39, n° 2. Printemps 1969), rendit la discussion publique et publia des commentaires et des appréciations émanant des professeurs Jerome S. Kagan, de la Harvard University (*Inadequate Evidence and Illogical Conclusions*, pp. 274-77), J. McV. Hunt, de l'University of Illinois (*Has Compensatory Education Failed ? Has It Been Attempted ?*, pp. 278-300), James F. Crow, de l'University of Wisconsin (*Genetic Theories and Influences : Comments on the Value of Diversity*, pp. 301-09), Carl Bereiter, de l'University of Illinois (*The Future of Individual Differences*, pp. 310-18), David Elkind, de la Rochester University (*Piagetian and Psychometric Conceptions of Intelligence*, pp. 319-37), Lee J. Cronbach (*Heredity, Environment and Educational Policy*, pp. 338-47) et William F. Brazziel, du State College of Virginia (*A Letter from the South*, pp. 348-56). Certains de ces articles, notamment ceux des professeurs Crow, Elkind et Bereiter, approuvaient tout ou partie des analyses du Dr. Jensen.

Celui-ci répondit à ses critiques dans le numéro de l'été 1969 (Vol. 39, n° 3), avec un essai intitulé *Reducing the Heredity-Environment Uncertainty : A Reply* (pp. 449-83). Le même numéro comprenait aussi de nouvelles contributions, dues aux professeurs Richard J. Light et Paul V. Smith, de la Harvard University (*Social Allocation Models of Intelligence : A Methodological Inquiry*, pp. 484-510), Arthur L. Stinchcombe, de l'University of California (*Environment : The Cumulation of Effects Is Yet to Be Understood*, pp. 511-22), Martin Deutsch, de la New-York University (*Happenings on the Way Back to the Forum : Social Science, IQ and Race Differences Revisited*, pp. 523-57), Thomas J. Cottle, de la Harvard University (*The Politics of Pronouncement : Notes on Publishing in the Social Sciences*, pp. 558-70), et F. S. Fehr, de l'University of Illinois (*Critique of Hereditarian Accounts of «Intelligence» and Contrary Findings : A Reply To Jensen*, pp. 571-80).

le débat rebondit

Au cours des mois qui suivirent, le texte initial de Jensen (*How Much Can We Boost*, etc.) parut encore trois fois ! D'abord enregistré dans les documents du Congrès (*Congressional Record*. Vol. 115, n° 88, 28 mai 1969, pp. H-4270-98), il fut ensuite repris dans deux ouvrages spécialisés : *Environment, Heredity and Intelligence*. *HER* Reprint Series, éd. Cambridge (Mass.), 1969, pp. 1-123 (1) ; et G. H. Bracht, K. Hopkins & J. C. Stanley (éd.). *Perspectives in Educational and Psychological Measurement*. Prentice-Hall, éd. New-York, 1972.

Dans le même temps, la «grande presse» s'emparait de l'affaire, tandis que les prises de position se multipliaient. Sollicité de toute part, le professeur Jensen faisait paraître un grand nombre d'articles, dans des publications spécialisées ou non (2).

---

(1) Ce volume comprenait également les articles parus dans le numéro du printemps 1969 (39, 2) de la *HER* (Kagan, McV. Hunt, Crow, Bereiter, Elkind, Cronbach et Brazziel), ainsi que la «réponse» de Jensen publiée dans le numéro de l'été (39 3). Les autres contributions (Light & Smith, Stinchcombe, Deutsch, Cottle et Fehr) furent réunies par la suite en un second volume : *Science, Heritability and IQ*. *HER* Reprint Series, éd. Cambridge (Mass.), 1969. A noter que tous ces textes (y compris ceux du Dr. Jensen) ont fait l'objet de tirages à part, sous forme de monographies éditées par la *HER*.

Harvard Educational Review : Longfellow Hall, 13 Appian Way, Cambridge (Massachusetts, 02138).

(2) On signalera seulement les plus marquants : A. R. Jensen. *Estimation of the Limits of Heritability of Traits by Comparison of Monozygotic and Dizygotic Twins*, in *Science*. Vol. 156 (1967), p. 539 ; *Social Class, Race and Genetics : Implications for Education*, in *American Educational Research Journal*. Vol. 5 (1968), pp. 1-42 ; *The Culturally Disadvantaged and the Hereditary-Environment Uncertainty*, in J. Hellmuth (éd.). *Disadvantaged Child*. Vol. 2. Special Child Publ., éd. Seattle, 1968 (pp. 29-76) ; *Influences of Biological, Psychological and Social Deprivations upon Learning and Performance*, in *Perspectives on Human Deprivation*. U.S. Dept. of Health, Education & Welfare, éd. Washington, 1968 (pp. 125-37) ; *Intelligence, Learning Ability and Socioeconomic Status*, in *Journal of Special Education*. Vol. 3 (1969), pp. 23-25 ; *Jensen's Theory of Intelligence : A Reply*, in *Journal of Educational Psychology*. Vol. 60 (1969), pp. 427-31 ; *The Promotion of Dogmatism*, in *Journal of Social Issues*. Vol. 25 (1969), pp. 212-22 ; *Criticism or Propaganda ?*, in *American Psychologist*. Vol. 24 (1969),

En 1970-71, le débat rebondit à l'étranger, d'une façon imprévue. Le grand psychologue britannique Hans J. Eysenck, auteur de plusieurs *best-sellers* (*Know Your Own IQ*, *Check Your Own IQ*, *Sense and Nonsense in Psychology*. Penguin-Pelikan Books, Harmondsworth ; *Crime and Personality*, Granada Publ., London), et qui compte parmi les personnalités scientifiques les plus célèbres d'Angleterre, publiait en effet un ouvrage intitulé *Race, Intelligence and Education* (Maurice Temple Smith, éd. 37 Great Russell Street, London WC 1), dans lequel il se ralliait, arguments à l'appui, à l'«hérésie jenséniste». Dès la sortie de l'essai, des personnalités telles que Sir Cyril Burt, ancien directeur du *British Journal of Statistical Psychology*, professeur honoraire à l'Université de Londres, fondateur de la MENSA (3), et C. D. Darlington, professeur de génétique à l'Université d'Oxford, en louaient la «lucidité» et l'objectivité.

A l'automne 1971, *Race, Intelligence and Education* était publié aux Etats-Unis, sous un titre plus anodin : *The IQ Argument*. The Library Press, éd. New-York.

En France, *Nouvelle Ecole* avait été la première publication à signaler le débat, et à en tirer les conclusions (Alain de Benoist. *Intégration scolaire et psychologie raciale*, in *N. E.* n° 10 (septembre-octobre 1969), pp. 21-27 ; trad. all. *Schulintegration und Rassenpsychologie. Jensenismus : Tabu, Rasse und I.Q.*, in *Junges Forum* n° 6 70 (Hamburg, décembre 1970), pp. 1-15). Elle est aussi la première à donner directement la parole au Dr. Jensen. ■

entretien

Nouvelle Ecole : Monsieur le professeur, votre étude *How Much Can We Boost IQ and Scholastic Achievement ?* a fait un bruit considérable. Sa publication n'a pas seulement attiré l'attention sur vous. Elle a mis en lumière le grave problème des différences pouvant exister entre les différents groupes raciaux, quant à leurs aptitudes et leurs résultats scolaires. Comment en êtes-vous venu à effectuer cette enquête ?

Arthur R. Jensen : J'y ai été amené dès 1961, date à laquelle j'ai commencé à m'intéresser à la façon dont on aurait pu mettre au point de meilleures méthodes que les tests d'intelligence *(IQ tests)*, pour préciser la nature et l'origine des difficultés que les enfants «désavantagés» rencontrent dans leur apprentissage à l'école. Ces enfants viennent généralement d'un milieu pauvre, et la plupart d'entre eux sont des Noirs. Or, j'avais été frappé du fait qu'un grand nombre de ces enfants (dans une proportion allant jusqu'à 20 ou 30 p. 100 des effectifs pour certaines écoles) se retrouvaient dans les cours EMR (*educationaly mentally retarded*), destinés aux élèves mentalement retardés, alors qu'on y rencontrait à peine 3 p. 100 des enfants de classes moyennes et de race blanche.

La sélection des «enfants EMR» était effectuée sur la base des tests d'intelligence classiques, à commencer par l'échelle standard Stanford-Binet. J'ai donc cru, au début, que ces tests n'étaient pas valables, qu'ils étaient «partiaux» du point de vue culturel, et par conséquent inadéquats pour l'évaluation des aptitudes mentales d'enfants issus de milieux peu favorisés sur le plan de l'éducation, et très particuliers sur le plan culturel. J'ai alors essayé d'imaginer de meilleurs tests, des tests plus appropriés à la situation.

---

pp. 1040-41 , *IQ's of Identical Twins Reared Apart*, in *Behavior Genetics*. Vol. 1 (1970), pp. 133-48 , *Race and The Genetics of Intelligence : A Reply to Lewontin*, in D. Baer (éd.) *Heredity and Society : Readings in Social Genetics*. Macmillan, éd. New-York, 1971 ; *Can We and Should We Study Race Differences ?*, in J. C. Grigham & T. A. Weissbach (éd.). *Racial Attitudes in America : Analysis and Findings of Social Psychology*. Harper & Row, éd. New-York, 1971 , *The Heritability of Intelligence*, in *Science & Engineering*. Vol. 33 (1970), pp. 40-43 ; *Race and Intelligence*, in *Psychology Today*. Vol. 3 (1969), pp. 4-6 ; *Controversies in Intelligence : Heredity and Environment*, in D. W. Allen & E. Seifman (éd.). *The Teacher's Handbook*. Scott, Foresman & Co., éd. Glenview (Ill.), 1971 (pp. 642-54) ; *Heredity, Environment and Intelligence*, in L. C. Deighton (éd.). *Encyclopedia of Education*, Vol. 4. Macmillan, éd. New-York, 1971 (pp. 368-80) ; *Twin Differences and Race Differences : A Reply To Burgess and Jahoda*, in *Bulletin of the British Psychological Society*. Vol. 24 (1971), pp. 195-98 ; *The Phylogeny and Ontogeny of Intelligence*, in *Perspectives in Biology and Medicine*. New-York, 1971 , *Educability, Heritability and Population Differences*, in Proc. of the 17th International Congress of Applied Psychology. New-York, 1972 ; *Heredity and Environment : A Controversy over IQ and Scholastic Achievement*, in H. C. Fredrica Lindgren (éd.). *Current Readings in Educational Psychology*. Wiley, éd. New-York 1971 (pp. 323-27).

(3) Sir Cyril Burt est décédé voici quelques mois.

En procédant à l'enquête, nous découvrîmes, mes collègues et moi-même, que les enfants désavantagés (j'entends par là les enfants venant de milieux plus pauvres que les autres) obtenaient des résultats moins bons que la moyenne générale de la population, non pas à l'ensemble des tests d'intelligence, mais seulement à ceux qui comportaient des calculs mentaux assez complexes, des raisonnements conceptuels ou abstraits, et des problèmes à résoudre. Aux tests de mémoire, aux tests portant sur l'aptitude à retenir par répétition de la chose apprise, ces enfants parvenaient en général à des résultats sensiblement identiques à ceux de la majorité des enfants de classes moyennes. En d'autres termes, bien qu'un grand nombre d'enfants «désavantagés» aient un Q.I. inférieur, lequel mesure essentiellement l'aptitude au raisonnement, la plupart d'entre eux sont tout à fait normaux pour ce qui est de la mémoire, de l'apprentissage par coeur et, bien entendu, des aptitudes sensori-motrices.

Au contraire, il s'est avéré que les enfants de classes moyennes, lorsqu'ils ont un Q.I. nettement inférieur, accusent beaucoup plus souvent la même déficience dans l'apprentissage par coeur et la mémorisation. Ce qui fait qu'un enfant à faible Q.I., provenant d'un milieu socio-économique défavorisé, est finalement moins handicapé mentalement, dans certains secteurs importants, qu'un enfant de classes moyennes, ayant le même Q.I., mais qui sera aussi déficient dans presque tous les domaines d'aptitudes mentales.

Il faut bien préciser que ce que nous désignons sous le nom d'intelligence, ou de Q.I., c'est-à-dire l'aptitude au raisonnement abstrait, n'englobe pas toutes les activités du cerveau. Elle ne représente qu'un partie des aptitudes mentales de l'homme. Evidemment, c'est une qualité très importante pour la vie scolaire. C'est elle aussi qui permet de bien réussir dans de nombreux secteurs professionnels de la société technologique. Mais ce n'est pas la seule qualité permettant de se débrouiller dans le monde où nous vivons. Dans la pratique, on constate d'ailleurs qu'une grande partie du travail qui s'effectue dans le monde est lié à d'autres aptitudes.

les différences subsistent

Nouvelle Ecole : Pouvez-vous nous indiquer comment vous avez mené votre enquête, et quelles sont les conclusions principales auxquelles vous êtes parvenu ?

Arthur R. Jensen : Lorsqu'on commence à s'intéresser aux raisons pour lesquelles il y a des différences d'aptitudes mentales entre les hommes, on touche évidemment à des questions socio-politiques extrêmement délicates. En fait, comme je viens de le dire, nous pensions au départ que les différences sociales et raciales enregistrées au niveau du Q.I. tenaient au fait que les tests étaient «orientés» du point de vue culturel. Il se trouve que toutes les recherches que nous avons effectuées sur ce problème m'ont convaincu que la cause principale des différences se trouvait ailleurs. On peut en effet tenir compte des «préjugés», et mettre au point des batteries de tests dans lesquelles n'entre absolument aucun facteur culturel. Or, avec ces tests, les différences sociales et raciales subsistent, et sont parfois même accentuées.

L'importance que nous donnions à l'influence du milieu pour expliquer les différences de Q.I. s'est encore trouvée diminuée suite à certaines observations. Nous nous sommes aperçus, par exemple, que les élèves d'origine asiatique, qui viennent de milieux plus ou moins défavorisés par rapport aux élèves de race blanche, parviennent à des scores plus élevés aux tests d'intelligence, spécialement lorsqu'aucun facteur culturel n'intervient. Les Indiens d'Amérique, qui sont eux-mêmes bien plus désavantagés par leur milieu que le Noirs, obtiennent de meilleurs résultats que ces derniers, notamment dans les tests non-verbaux (étant donné qu'ils vivent souvent dans des familles où l'on ne parle pas l'anglais). Ce genre de découvertes amène, évidemment à douter des théories selon lesquelles le milieu seul expliquerait les différences d'intelligence.

facteurs génétiques

Nous savions également, sur la base de travaux réalisés en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis, à propos de l'hérédité de l'intelligence, que le facteurs génétiques expliquaient en grande partie les différences individuelles de Q.I.

Ces travaux, parmi lesquels il faut citer les études du grand psychologue britannique Sir Cyril Burt, démontrent que les facteurs génétiques jouent un rôle pratiquement deux fois plus important que le milieu dans la détermination des différences de Q.I. chez les populations d'Europe et d'Amérique du nord. Le professeur Burt, ainsi que d'autres chercheurs, ont aussi montré qu'il existe une différence moyenne de Q.I. entre les classes sociales supérieures et inférieures, et que cette différence est en grande partie d'origine génétique. Aucun savant connaissant tant soit peu les techniques génétiques et statistiques employées pour ces travaux, n'en conteste d'ailleurs les conclusions.

L'origine des différences raciales de Q.I. constitue un problème beaucoup plus difficile, pour cette raison que les différents groupes raciaux, aux Etats-Unis du moins, ont eu dans l'Histoire des chances très inégales d'améliorer leur position sociale. Toutefois, si l'on considère que le Q.I. des Noirs comme celui des Blancs est déterminé, en majeure partie, par des facteurs génétiques, on peut aussi penser, raisonnablement, que ces mêmes facteurs interviennent en partie pour expliquer la différence constante de

Q.I. existant entre les deux groupes. C'est en tout cas une hypothèse qui vaudrait la peine d'être étudiée scientifiquement. Les recherches qui seraient nécessaires pour établir la preuve scientifique formelle de différences génétiques raciales sur le plan de l'intelligence, n'ont malheureusement pas encore été entreprises. Cependant, en me basant sur ce que nous savons déjà, je pense pouvoir dire que la thèse selon laquelle les différences raciales d'intelligence s'expliqueraient surtout par des facteurs génétiques, a de très grandes chances a priori de pouvoir être démontrée.

Nouvelle Ecole : A votre avis, quelles pourraient être les conséquences de recherches et de conclusions de ce genre sur les programmes scolaires et les méthodes d'éducation ?

Arthur R. Jensen : Dans la mesure où un grand nombre d'aptitudes mentales individuelles nous apparaissent comme des faits biologiques, qui ne peuvent être modifiés de façon appréciable par une action sur le milieu, et dans la mesure où la société tient à donner une éducation à chacun, il me semble évident que la mise au point s'impose de toute une gamme de programmes éducatifs, de méthodes pédagogiques et d'objectifs, qui soit aussi diversifiée que la gamme des aptitudes existant dans la population.

Il est certain que l'uniformisation des objectifs et des methodes d'enseignement aurait pour seul effet de condamner une importante fraction de la population scolaire à la frustration et à l'échec. En fait, le système actuel d'éducation doit être modifié, afin que les enfants de tous les secteurs de la société puissent tirer profit des années qu'ils auront passées à l'école. A mon sens, cela ne pourra se réaliser qu'à condition de tenir compte plus sérieusement des différences d'aptitudes individuelles, au lieu d'affirmer à priori que toutes les différences propres à l'éducation peuvent être supprimées, simplement en modifiant le milieu social.

la vérité est-elle mauvaise ?

Nouvelle Ecole : Lorsque vous avez fait connaître vos conclusions, un certain nombre de réactions se sont manifestées, qui étaient assez contradictoires. Elles ont rapidement débordé les milieux scientifiques, aux Etats-Unis comme à l'étranger. Où en est-on actuellement ?

Arthur R. Jensen : Les réactions orageuses qui ont immédiatement suivi la publication de mon article se sont beaucoup apaisées. Des discussions publiques plus intéressantes, plus objectives, portant sur des questions essentielles, leur ont succédé. On peut dire qu'au cours de ces trois dernières années, un intérêt croissant pour les aspects scientifiques et sociaux de mon travail s'est constamment manifesté. Je me réjouis d'ailleurs de ce qu'un grand nombre de savants américains et étrangers aient reconnu l'importance et la justesse des questions que j'avais soulevées. Dans les années qui viennent, nous verrons probablement se multiplier les études fondamentales sur les aspects génétiques des aptitudes et du comportements humains. Je suis heureux d'avoir joué un rôle dans la mise en route de ce processus. Et j'ai bien l'intention de continuer à travailler en ce sens.

Nouvelle Ecole : Quelle était exactement la nature des critiques qui vous étaient adressées ? La polémique est-elle terminée, ou continue-t-elle encore aujourd'hui ?

Arthur R. Jensen : La polémique continue, bien entendu, encore qu'elle soit actuellement plus ou moins cantonnée dans la grande presse. En fait, il faut distinguer trois genres différents d'accords et de désaccords.

Il y a d'abord les objections d'ordre purement idéologique ou émotionnel. Pour certaines personnes, l'étude scientifique des différences raciales se confond tout simplement avec le racisme, fondé sur la peur et sur la haine, qui consiste à refuser l'égalité des chances, ou l'égalité des droits, à tel ou tel individu, du seul fait de ses origines raciales. Ce genre de personnes s'imaginent que, pour préserver les acquis sociaux et les droits civiques des minorités raciales, pour leur assurer de meilleures chances d'éducation et d'emploi, il est nécessaire de supprimer ou de jeter le discrédit sur tous les travaux (et tous les chercheurs) qui mettent en lumière les aspects génétiques des différences de comportement entre les groupes raciaux. Ces gens s'opposent peut-être à mes recherches pour les motifs les plus honorables. Je pense cependant qu'ils se fourvoient. Je crois même qu'il n'est vraiment possible d'aider l'ensemble de membres de la société, que dans la mesure où nous essayons de comprendre les raisons pour lesquelles certains individus sont défavorisés. Or, il se trouve que ces raisons peuvent aussi bien être attribuées à des facteurs génétiques qu'à des facteurs de milieu. Je me souviens de cette phrase du philosophe anglais

Herbert Spencer, qui disait que, pour le savant, «la pire trahison serait de croire que la vérité puisse être mauvaise». En ce qui me concerne, c'est une crainte qui m'est étrangère

Deuxièmement, il y a les critiques fort légitimes, pouvant être le fait de savants qualifiés, qui portent sur certains aspects tout à fait techniques de la question : restrictions s'attachant à l'emploi de certaines méthodes génétiques ou statistiques, limites d'interprétation ou de généralisation des découvertes particulières, etc.

Dans ce genre de discussions, les désaccords ne portent généralement que sur des questions secondaires, étrangères aux préoccupations des profanes, et qu'il serait un peu trop long de leur expliquer, pour des raisons d'ailleurs essentiellement techniques. Ils ne portent nullement sur les conclusions générales de l'étude, à commencer par la conclusion que les facteurs génétiques jouent un grand rôle dans la détermination des différences d'aptitudes mentales individuelles.

Il subsiste enfin des désaccords avec certains savants, qui approuvent pourtant le contenu scientifique des articles. Ces désaccords ont trait à l'attitude qu'il convient d'adopter vis-à-vis du public, et visent à déterminer dans quelle mesure la vérité doit être dite à chacun. Je connais ainsi un certain nombre de chercheurs éminents, qui sont d'accord pour l'essentiel sur toutes les questions que j'ai soulevées dans la *Harvard Educational Review*, mais qui trouvent imprudent, pour l'instant, de discuter de telles questions sur la scène publique. Certains disent même qu'en général, il vaut mieux que la société vive avec certains mythes, dans certaines illusions, comme celle du rôle exclusif du milieu dans la détermination des différences d'aptitudes, plutôt que de connaître la vérité, celle-ci devant être réservée à une élite d'intellectuels et de savants. Là encore, je crois que les motifs sont excellents, mais qu'ils sont erronés. Les savants ont une compétence technique certaine dans leur spécialité, mais je ne pense pas qu'ils aient, eux ou tout autre groupe particulier, suffisamment de sagesse pour pouvoir décider de ce qui, dans le domaine des connaissances, doit ou ne doit pas être dissimulé au public. Dans une société démocratique, garantissant la liberté d'expression et celle de la presse, il me semble que les gens ont le droit de savoir.

Nouvelle Ecole : Voici quelques mois, le psychologue britannique Hans J. Eysenck a pris fait et cause pour les thèses que vous avez exposées. Considérez-vous la publication de son livre, *Race, Intelligence and Education*, comme l'indice d'une évolution des milieux scientifiques ? Et quels sont vos propres projets ?

Arthur R. Jensen : Je suis heureux que vous mentionniez le titre du petit ouvrage du professeur Eysenck. C'est un essai qui présente quelques unes de mes recherches et de mes vues d'une façon claire et accessible pour le public non-spécialisé. Il mérite d'être lu par beaucoup de gens.

D'ici quelques mois, les éditions Methuen Publishers Ltd., de Londres, publieront trois livres dont je suis l'auteur. Le premier, *Educability and Group Differences*, rend compte des travaux les plus récents concernant les différences d'aptitudes sociales et raciales, en particulier dans le domaine scolaire. Les deux autres, *Genetics and Education* et *Educational Differences*, regroupent les articles les plus importants que j'ai publiés sur toutes ces questions. Je suis convaincu que ces ouvrages auront une influence sur les recherches pédagogiques des dix prochaines années.

améliorer le sort des hommes

Nouvelle Ecole : D'une certaine façon, vos travaux s'inscrivent à contre-courant de quelques unes des idées reçues par notre temps. Comment considérez-vous les idéologies égalitaires, selon lesquelles tout homme reçoit les mêmes aptitudes à la naissance, indépendamment de son appartenance familiale, sociale ou ethnique, et de son hérédité ?

Arthur R. Jensen : Il reste encore beaucoup à faire dans le monde, aux Etats-Unis comme ailleurs, pour améliorer les conditions de vie et des possibilités d'éducation de tous ceux qui, du fait des circonstances historiques, n'ont pas bénéficié des mêmes chances que les plus fortunés. Je crois que les nations technologiquement les plus développées et, d'une façon générale, les segments opulents des sociétés devraient encourager toute tentative susceptible d'améliorer la situation et les chances de développement des peuples historiquement moins favorisés. Les inégalités de milieu devraient être supprimées dans toute la mesure du possible.

Mais ces programmes humanitaires ne dépendent nullement du postulat selon lequel tous les hommes, et tous les peuples, seraient également doués sur le plan des aptitudes et des autres caractères innés de comportement. D'un point de vue strictement scientifique, ce postulat est très probablement faux, et je ne vois pas la nécessité, ni la raison d'en faire un dogme.

L'existence de différences génétiques ne signifie pas qu'il faille tolérer que quiconque se voie dénier l'exercice de ses droits politiques ou civiques du fait de ses origines nationales ou raciales, ni que nous devions nous accommoder de la souffrance humaine et de la pauvreté. Nous devons, au contraire, nous efforcer d'améliorer sans relâche le sort des hommes par tous les moyens compatibles avec les valeurs démocratiques et humaines. Pour ma part, je crois que les recherches scientifiques concernant la génétique du comportement humain peuvent contribuer à améliorer la qualité de vie de toute l'humanité. ■

(entretien recueilli et traduit par Alain de Benoist)

Né à San Diego (Californie), le professeur Arthur R. Jensen (B.A., M.A., Ph. D. Psychology), 48 ans, a commencé sa carrière en 1952, comme adjoint du professeur Percival M. Symonds, au Teachers College de l'Université Columbia. En 1955-56, il est devenu psychologue médical à l'Institut psychiatrique de l'Université du Maryland. Il a été ensuite Research Fellow à l'Institut de psychiatrie de l'Université de Londres (1956-58), professeur d'éducation à l'Université de Californie (1958-66), chargé de recherches à l'Institute of Personality Assessment & Research (1959-61), puis à l'Institute of Human Learning (1961-66).

Il est actuellement professeur de psychologie de l'éducation à l'Université de Californie (depuis 1966), et directeur exécutif de l'Institute of Human Learning (depuis 1964), à Berkeley.

Le Dr. Jensen a fait l'objet de nombreux prix et distinctions (Guggenheim Fellow, Fellow du Center for Advanced Study in the Behavioral Sciences de Stanford, Fellow de l'American Psychological Association). Il est membre de l'Eugenics Society, de l'American Society of Human Genetics, de la Western Psychological Association, de l'American Association for the Advancement of Science, de la Psychonomic Society, etc. Ses oeuvres comprennent une centaine d'articles scientifiques publiés depuis 1953, ainsi que plusieurs essais : A. R. Jensen & P. M. Symonds. From Adolescent To Adult. *Columbia University Press, éd. New-York, 1961 , A. R. Jensen, M. Deutsch & I. Katz (éd.).* Social Class, Race and Psychological Development. *Holt, Rinehart & Winston, éd. New-York, 1968 ; A. R. Jensen.* Individual Differences in Learning : Interference Factor. *U.S. Office of Education (Research Project n° 1867), éd. Washington, 1965 ;* Genetics and Education. *Methuen, éd. London, 1972 ,* Educational Differences. *Methuen, éd. London, 1972 ;* Educability and Group Differences. *Methuen, éd. London, 1972.* ■

ATHENES • 28 AOUT - 23 SEPTEMBRE

HOMERIA 1972

La Société internationale des Etudes homériques, présidée par M. Eleftherios C. Mamounas, organise comme chaque année, du 28 août au 23 septembre 1972, un séminaire et une croisière «homériques», ouverts au grand public et notamment aux étudiants.

Le programme du séminaire (28 août-12 septembre) comprend une série de cours sur Homère, et des excursions à Delphes, Corinthe, Mycènes, Epidaure, Marathon, Daphni (Festival du vin), aux îles de Chios, Aegin et Izmir. Les participants à la croisière (9-23 septembre) suivent la route de l'Odyssée : Venise, Corfou, Athènes, Knossos, Héraclion, Chypre, Nicosie, Antalya, Rhodes, etc. On peut s'inscrire pour le séminaire ou la croisière uniquement, ou pour les deux.

Le Comité culturel comprend les professeurs François Chamoux (France), Hugh Lloyd-Jones (Grande-Bretagne), Theseus Tzannetatos (Grèce), Reinhold Merkelbach (Allemagne), Erick Havelock (Etats-Unis), etc.

Prix spéciaux pour les étudiants.

Renseignements (détails, itinéraires, prix) :

VOYAGES AGETOUR-MICHAUX
11 rue des Pyramides / 75 - Paris 1

DEFINITION

Coll. Viollet.

Une émission intitulée «Ainsi parle Zarathoustra» (durée : 52 minutes) a été diffusée sur la première chaîne de télévision, le 29 mars dernier, à 22 h. 30. Elle a beaucoup surpris les lecteurs et familiers de l'œuvre de Nietzsche, qui se sont vu présenter un Zarathoustra (interprété par M. Isaac Alvarez) «contestataire» et anarchiste, dont «les hippies sont un peu les disciples» (*L'Express*, 27 mars 1972). Pour le producteur, M. Jean-Marie Carzou, et le réalisateur, M. Peter Kassovitz, il s'agissait, paraît-il, de «mettre Nietzsche à la portée du grand public» (en attendant de l'introduire à la pensée de Marx et de Freud). Mais aussi, peut-être, de désamorcer une bombe. «Il était temps, écrit *L'Express*, que nous n'ayions plus peur de Frédéric Nietzsche».

Quelques jours plus tard, le 16 avril, au cours d'un séminaire organisé par l'association GRECE (Unité de recherche de Paris Ile-de-France), en collaboration avec la Société Nietzsche, MM. Michel Norey, Giorgio Locchi, Jean-Jacques Mourreau et Alain de Benoist, critiquaient cette «récupération», sur laquelle M. Locchi fait maintenant le point.

Giorgio LOCCHI

NIETZSCHE & SES "RECUPERATEURS"

On en parle dans les gazettes parisiennes. «A l'horizon philosophique aujourd'hui», affirme *Combat* (4 mai 1972), se détachent «trois figures : Marx, Freud, Nietzsche», dont «l'influence marque toutes les recherches contemporaines». Et comme Nietzsche a été jusqu'ici «quelque peu négligé», c'est surtout lui qu'on a cure de «revisiter». Plus exactement, comme le remarquait naïvement le chroniqueur du *Figaro* à propos de l'émission télévisée récemment consacrée à Zarathoustra, on *récupère* Nietzsche.

Dire que l'on a «négligé» Nietzsche au cours de ces dernières années est un pur euphémisme. La culture officielle des sociétés d'après-guerre l'avait tout simplement banni, *mis à l'Index*. L'aventure est d'ailleurs bien banale. Les philosophes et les idéologues du IIIème Reich s'étaient réclamés de Nietzsche et de son œuvre. Ils avaient exalté dans le national-socialisme hitlérien le *mouvement* que le visionnaire de Sils-Maria aurait appelé de tous ses voeux. Mieux (ou pire) encore, de nombreux auteurs connus, adversaires déclarés du national-socialisme, avaient reconnu le *bien-fondé* de ces déclarations, ou n'avaient formulé que des réserves marginales. Ce fut le cas, pour ne citer qu'eux, de Karl Löwith, auteur d'un ouvrage célèbre, *De Hegel à Nietzsche* (Europa-Verlag, éd. Zurich, 1941 ; trad. fr. : Gallimard, 1969), du marxiste Georg Lukacs, s'employant à illustrer «la destruction de la Raison, de Nietzsche à Hitler» (*Von Nietzsche zu Hitler.* Fischer Bücherei, éd. Frankfurt M., 1966 ; extr. de G. Lukacs. *Die Zerstörung der Vernunft.* Hermann-Luchterhand, éd. Neuwied-Berlin, 1962), ou encore du Père Valentini, S. J., qui croyait reconnaître dans la *Hakenkreuz* du drapeau rouge-blanc-noir le symbole de l'éternel, devenir, de l'Eternel Retour de l'identique. Il était donc inéluctable que pour Nietzsche, comme pour son *Sternenfreund* Richard Wagner, vienne le temps de Nuremberg. Cette période est toutefois révolue. Aujourd'hui, on «récupère» Nietzsche, comme l'on ne cesse de «récupérer» Wagner.

Le premier objet d'une telle *récupération*, lequel n'est pas toujours explicite, est d'ordre purement politique. Il s'agit d'abord de démontrer que les liens de parenté entre l'œuvre de Nietzsche et l'entreprise nationale-socialiste sont inexistants, et que seule une interprétation abusive et vulgaire peut amener à voir une *dérivation* nietzscheenne dans le mouvement hitlérien : on ne saurait évidemment reconnaître au national-socialisme une origine aussi «noble» qu'à la pensée de Nietzsche. Après quoi, les «récupérateurs»,

grâce à une *lecture* «nouvelle» et «légitime», espèrent pouvoir rendre l'oeuvre de Nietzsche disponible pour son *intégration* dans le patrimoine culturel des idéologies à la mode (démocratiques, socialistes, voire «contestataires»).

Une telle entreprise est parfaitement ridicule. Elle témoigne, soit d'une aveuglante stupidité philosophique, soit d'une authentique malhonnêteté intellectuelle.

Certes, on peut (et peut-être est-il inévitable de) s'interroger sur les réactions qu'aurait eues Nietzsche effectivement, face à un phénomène tel que le national-socialisme. Par contre, il est sûr que, *de son propre aveu*, et pour peu qu'on prenne la peine de le *laisser parler*, Nietzsche se pose comme adversaire *déclaré* de tous les courants qui, aujourd'hui comme de son temps, dominent nos sociétés et notre «culture».

«l'Ane-qui-dit-oui»

Nietzsche n'est pas un philosophe comme les autres. Il ne veut pas l'être, et il le proclame hautement. Désormais, affirme-t-il, la tâche du philosophe ne se borne plus à une simple réflexion sur le passé, ni à une organisation du savoir. Le philosophe doit être un *artiste* qui fait de l'homme lui-même sa matière première. Il doit être celui qui assigne des buts à l'humanité et, grâce à son oeuvre, la contraint à rechercher les moyens d'y parvenir. Nietzsche proclame ainsi la fin de l'ancienne philosophie. Il annonce l'évènement d'une pensée ayant enfin échappé à l'emprise de la «Circé des philosophes», d'une pensée soustraite au *préjugé «moral»*.

On a fait de Nietzsche un martyr de la «recherche de la vérité». Etrange destinée posthume, qu'il avait d'ailleurs prévue et récusée d'avance. Car la «recherche de la vérité» à laquelle Nietzsche s'est livré à un moment donné de sa spéculation, consiste d'abord à réfuter et à détruire *une certaine vérité*, laquelle a été historiquement «voulue» et affirmée par la «morale chrétienne», c'est-à-dire «celle des esclaves». En outre, sur le plan strictement gnoséologique, cette «recherche» parachève la critique kantienne de la Raison.

Kant avait montré les limites infranchissables de la Raison pure. Mais, observe Nietzsche, il avait immédiatement rétabli les droits de l'*absolu*, en reconnaissant à la Raison pratique la possibilité d'atteindre la «vérité» et de donner réponse aux «questions ultimes». Une telle démarche, aux yeux de Nietzsche, équivaut à tuer Dieu pour tomber en adoration devant l'*Ane-qui-dit-Oui*. C'est alors que la spéculation nietzschéenne prend une tournure *critique*. Nietzsche entreprend de démontrer les limites de la Raison pratique. Il ne peut y avoir de «vérité absolue» : le *vrai* et le *faux* ne sont que des *points de vue* «intéressés». Toute affirmation est vraie *et* fausse dans le même temps, tout est *arbitraire*. La Raison n'est qu'un *moyen*, un instrument. Elle ne pose jamais le *principe*, le point de départ du discours et de l'action. Au contraire, elle *reçoit* ce principe, lequel est aussi toujours un *but* implicite. Bref, sa tâche consiste à éclairer la route permettant de parvenir à ce but, et à réaffirmer le principe en toute circonstance, contre toute opposition.

Cet *Irrationalismus*, cette «destruction de la Raison» dont le marxiste Lukacs (suivi par quelques autres) faisait reproche à Nietzsche, n'apparaissent comme tels qu'à la condition de *rester* dans une perspective que Nietzsche lui-même prétend avoir *historiquement dépassée*. En réalité, Nietzsche ne fait que remettre la Raison à sa place. Il la considère, ainsi que nous pourrions considérer aujourd'hui un «cerveau électronique», comme une *machine logique* destinée à nous servir, qui reçoit de nous son information, et ne peut fournir que les réponses contenues en puissance dans l'information reçue. Car ce n'est pas l'homme qui est au service d'une Raison abstraite, universelle et transcendante. C'est la Raison, la faculté de penser et d'agir logiquement, qui est placée au service de l'homme et de sa volonté. En ce sens, toute affirmation est effectivement arbitraire, parce qu'elle est *humaine* et que chaque homme représente une *perspective unique* ouverte sur l'univers des choses.

une misérable vérité

L'homme se doit néanmoins d'affirmer, et de s'affirmer. Or, Nietzsche est ici le contraire d'un *relativiste*, d'un *nihiliste*. S'il tombait dans l'illusion égalitaire, il pourrait être l'un ou l'autre : l'*équivalence* des perspectives aboutirait fatalement à l'anarchisme, et à la paralysie. Mais Nietzsche est *surhumaniste*. Pour lui, une perspective vaut toujours plus qu'une autre : il *faut* qu'elle vaille plus qu'une autre. Le sort de l'humanité tout entière, à chaque «moment» historique, est commandé par la perspective la plus vaste, la plus haute, celle qui *englobe* les autres et les *organise* hiérarchiquement en son sein. Cette perspective est celle de l'*homme supérieur*. Et ce n'est que dans la mesure où triompheraient définitivement l'égalitarisme et le nivellement, dans la mesure où se produirait l'évènement du *dernier homme*, qu'il n'y aurait plus, effectivement, qu'*une seule* perspective, une «vérité absolue». Mais une *misérable* vérité.

Nietzsche n'exclut pas une telle éventualité. Cela peut arriver, dit-il. Il faut donc l'*empêcher*. C'est pourquoi Nietzsche veut que son oeuvre soit aussi (et surtout) une gigantesque entreprise de provocation et de séduction, qu'elle suscite, par le «moyen poétique», un nouveau type d'homme, un «homme

supérieur» éternellement «tendu vers le Surhomme», assurant par là même à l'humanité un éternel *devenir historique*, une éternelle création et recréation de soi.

Nietzsche ne cache pas l'«immoralité» de son projet. Mais, de même que toute vérité est *aussi* mensonge, il affirme déjà que toute morale est *aussi* immorale. Pour lui, la vie n'a de sens qu'*esthétique*. L'homme, écrit-il, n'a tiré jusqu'ici sa force de vivre que de la conviction qu'il existait un *but ultime*, réalisant le Bien et la Vérité absolus. Or, il sait désormais que «Dieu est mort», qu'il n'y a pas de but ultime. Il ne lui reste donc plus qu'à assumer lui-même le rôle qu'il attribuait précédemment à Dieu, à tirer «de la Terre», et non plus des «Outre-mondes», la force de vivre dont il a besoin, à donner un sens à sa propre existence et un objectif à l'humanité, tout en sachant que cet objectif, une fois atteint, s'évanouira dans le néant, et qu'il faudra alors, une fois de plus, redéfinir un sens et redonner un but. Mythe de Sisyphe ? Non point. Car Sisyphe *ne voulait pas* sa peine : il y était *astreint* par un dieu malveillant. Simple *victime*, il ne *se mettait* pas en scène : il *était mis* en scène. Pour Nietzsche, Sisyphe représente «l'effroyable domination de l'absurde et du hasard qui a, jusqu'à présent, porté le nom d'*Histoire*, la formule absurde du *plus grand nombre* n'en étant que la forme la plus récente». Il est, si l'on préfère, le héros-victime d'un hasard auquel il a donné le nom de Dieu, ou de suffrage universel, ou de primauté morale du prolétariat. Le véritable héros, que Nietzsche appelle de ses vœux, est l'antithèse de Sisyphe. Il est celui qui n'accepte plus, consciemment, que d'être *à la fois* victime et bourreau de lui-même : qui est capable de vouloir «son propre échec afin que le Surhomme soit». «Il faudra, écrit Nietzsche, enseigner à l'homme à sentir que l'avenir dépend de sa propre volonté, que cet avenir dépend du vouloir humain : il faudra préparer de grandes expériences collectives de discipline et de sélection (..) Il nous faudra un jour une sorte nouvelle de philosophes et de chefs, dont l'image fera pâlir et se recroqueviller tout ce que la Terre a jamais vu d'esprits secrets, redoutables et bienveillants».

résolument anti-égalitaire

Dans ses lignes fondamentales, le *projet* de Nietzsche, ce qu'il appelle parfois sa «grande politique» d'avenir, est donc parfaitement clair, et ne se prête à aucune équivoque. Nietzsche ne cesse de préciser ce à quoi il s'oppose et ce qu'il veut. Il déclare expressément la guerre à l'*égalitarisme* sous toutes ses formes historiques (qu'il assimile d'ailleurs dans son mépris) : au christianisme, qui, avec la formule de l'égalité des hommes devant Dieu, inocula la doctrine égalitaire au monde gréco-romain, au «libéralisme» explicité par la révolution de 1789, à la démocratie et à la «tyrannie du suffrage universel», au socialisme, au communisme, à l'anarchisme, etc.

Observant son époque, Nietzsche voit toutes ces formes d'égalitarisme *converger* déjà vers un nihilisme plus ou moins conscient, et la «*démocratisation des esprits*» se traduire, en Europe, par la constitution d'une immense «masse d'esclaves». Il prévoit l'amalgame et le nivellement des peuples européens. Il devine aussi que les impératifs économiques déclencheront le mouvement d'unification de l'Europe. Il tient ce «parti de la paix», ce «mouvement du dernier homme», pour un phénomène pratiquement irréversible, que le nihilisme ne cessera pas de fortifier. Nietzsche n'entend pas s'opposer à ce processus de «massification». Au contraire, il conseille aux «siens» de l'*accélérer*. Mais il invoque un autre mouvement, «son mouvement», qu'il voit se constituer et s'étendre en même temps. Ce mouvement, c'est le «parti de la guerre». Un jour viendra, dit-il, où la «race des maîtres», la «caste des seigneurs», dont ce parti est le *moyen d'expression*, fera de la *masse* son propre *outil*, lui donnera par là même un *sens*, et instaurera (à partir de l'Europe) le «gouvernement de la Terre» dans un monde humain planétarisé par le progrès technique.

Il est inutile de décrire et d'analyser plus avant le projet nietzschéen. Pour l'ignorer, ou le *nier*, il faut ne pas avoir lu Nietzsche (ou prétendre que Nietzsche pensait le contraire de ce qu'il a écrit, ce dont on ne se prive pas). Il s'agit, en fin de compte, d'un projet résolument *anti-égalitaire*, qui s'oppose à l'égalitarisme jusque dans ses aspects les plus actuels (1).

Dans de telles conditions, il semblerait fort improbable, pour tout adversaire de l'égalitarisme, que l'oeuvre de Nietzsche puisse jamais être «récupérée». Pourtant, de tous temps et de nos jours plus que jamais, les ennemis *naturels* de Nietzsche tentent de l'annexer, au bénéfice de leurs entreprises. On est donc en droit de se demander comment semblable manoeuvre est concevable, en quoi elle consiste, et surtout, compte-tenu du danger qu'il y a, pour les «égalitaires», à «manier» le projet nietzschéen, quelles en sont les raisons.

La réponse à cette dernière question est sans doute la plus aisée. Si les idéologues à la mode s'estiment *contraints* d'*essayer* de «récupérer» Nietzsche, c'est qu'ils ne parviennent pas à l'empêcher de *parler*. L'oeuvre de Nietzsche est là, qui *provoque* et *séduit* en dépit des ostracismes. En outre, tel un monstrueux

(1) Nietzsche a prévu même la «contestation», et nous en a laissé une description frappante. Le discours par lequel, dans *Also sprach Zarathustra*, le dernier homme exprime ses propres désirs, anticipe, dans un registre assez grotesque, les conclusions dont un Marcuse couronne ses spéculations «utopiques».

ruminant, notre *civilisation* n'arrive pas à s'interdire les drogues et les excitants les plus dangereux ; elle peut seulement espérer se *mithridatiser* contre eux. Le monde égalitaire essaie donc de *brouiller* de son propre bruit cette voix qui le dérange et l'inquiète. Il s'efforce, pour cela, de placer un verre déformant (mais qu'il dit «éclairant») entre l'oeuvre «impossible à lire» et le lecteur à courte vue. Par conséquent, il *falsifie*.

continuité de l'oeuvre

Les méthodes employées dans cette entreprise ne sont pas nouvelles. L'une d'elles, la plus ancienne peut-être, consiste à opérer une distinction *chronologique* dans l'oeuvre de Nietzsche. Il y aurait ainsi une période d'*immaturité*, celle du Nietzsche romantique et wagnérien ; puis une période de *maturité*, seule considérée comme «valable» (2), enfin une troisième période (celle de la formulation définitive de ce que nous savons être le *projet*), où s'exprimerait une pensée influencée par une folie encore souterraine, mais déjà agissante. En conséquence de quoi, il conviendrait de ne jamais prendre au sérieux les «extravagances» de la dernière période, lesquelles, du reste, contrediraient la pensée «authentique» du philosophe «encore sain» (3).

Cette critique a l'avantage de s'appuyer sur une analyse qui *remonte* à l'auteur. Mais elle ne concerne que les *objets* successifs de la spéculation nietzschéenne. Elle ne nous dit rien *sur la spéculation proprement dite*. En réalité, Nietzsche n'a jamais cessé de *vouloir la même chose*, et cela dès le début de son activité. Il le remarquait lui-même, non sans en retirer orgueil, en préfaçant à nouveau ses premières oeuvres peu de temps avant de sombrer dans la folie. Certes, il y a chez Nietzsche une évolution, mais cette évolution n'est que la *prise de conscience*, toujours plus poussée, de la *volonté* qui l'anime et, par là même, de tout ce qui s'oppose à cette volonté, et des moyens qu'il lui faut employer. Le «renversement de toutes les valeurs» est déjà proposé implicitement, «instinctivement» pourrait-on dire, dans *L'origine de la tragédie* : le Nietzsche wagnérien, invoquant l'apparition de Siegfried, est déjà le Nietzsche annonçant l'homme supérieur et la «race des maîtres», et proposant à cette fin le mythe de l'Eternel Retour.

brouillage

Une autre méthode de «récupération», dont les variations sont innombrables (4), consiste à décréter que l'oeuvre de Nietzsche (dite pour la circonstance «fragmentaire», «discontinue», «aphoristique», etc.) cache sa «véritable signification» derrière le voile des signes, des «chiffres» ou des «métaphores», en sorte que l'apparence du discours se détruirait d'elle-même au fur et à mesure de son développement. C'est le type même de la méthode du *brouillage* : si l'évidence n'est pas belle, c'est qu'elle est *autre*. Ce que l'on «démontre» en proclamant bien haut qu'il ne faut pas voir la nudité du Roi.

En fait, aux yeux de celui qui *voit*, une telle démarche témoigne seulement d'une *incapacité constitutionnelle* à *recevoir* le texte nietzschéen. Mieux encore, elle atteste la *nécessité*, pour un certain type de lecteur, d'ignorer la réalité d'un texte dont il ressent peut-être confusément qu'il l'offense et l'*humilie* dans son être le plus profond. On ne peut même pas, en effet, prétexter de la difficulté à lire et comprendre le discours. Certes, dans un livre comme *Also sprach Zarathustra*, Nietzsche a donné à son propos la forme du *Mythe*, afin de faire éclater la «rationalité» du langage philosophique de son époque, qui n'est autre que la rationalité du discours égalitaire imposé par une histoire séculaire. Mais il a également livré, surtout dans ses derniers ouvrages, les *clefs* qui permettent d'interpréter authentiquement le Mythe. Bien plus, il a *explicité* la nature et la genèse de ce Mythe, qu'il a consciemment conçu comme une «doctrine qui, en déchaînant le pessimisme le plus mortel, produira la sélection de l'élément le plus fort», et «qui fera périr l'humanité à l'exception de ceux qui la supporteront».

Confronté à l'oeuvre de Nietzsche, l'homme qui croit encore au Bien et à la Vérité absolus, ne veut pas, ne *peut* pas reconnaître comme évident un discours se situant dans une nouvelle dimension de la conscience historique. Il passe littéralement *au travers* de cette dimension, et s'en exclut. Ainsi, l'évidence révolutionnaire que Nietzsche a créée, reste inaccessible aux adversaires de son *projet*, tout en leur

---

(2) Il est symptômatique que tous les «récupérateurs» de Nietzsche aient tendance à prendre surtout en considération cette deuxième période, celle d'*Humain, trop humain*, période dont Nietzsche lui-même nous dit expressément qu'il a voulu s'y astreindre, par honnêteté intellectuelle et pour «aiguiser» ses propres moyens, a «penser contre lui-même».

(3) Les critiques catholiques furent les premiers à développer cette argumentation, en insistant d'ailleurs sur la «morbidité» générale d'une oeuvre dont l'auteur, dès sa prime jeunesse, aurait été atteint par un mal hypothétique (où la symptomatologie de l'époque a voulu voir une affection syphilitique).

(4) On en citera seulement deux exemples récents : Jean-Michel Rey. *L'enjeu des signes. Lecture de Nietzsche*. Seuil, 1971 ; Sarah Kaufmann. *Nietzsche et la métaphore*. Payot, 1972.

permettant d'atteindre un arrière-plan qui ne cesse de les fasciner, et qui devrait les perdre. Cet arrière-plan constitue l'aspect philosophique (et par conséquent *critique*) de l'oeuvre, dans sa manière de parachever la spéculation d'Emmanuel Kant. Quant à l'«évidence invisible», ce «jardin où les *Autres* ne sauraient pénétrer», elle est l'*oeuvre entière* dans sa «poéticité», c'est-à-dire, tout à la fois, la proposition du Mythe, un discours *psychologiquement actif* (créateur d'un nouveau type d'homme), l'esquisse d'un projet de «grande politique», et la mise en chantier des moyens nécessaires à sa réalisation.

VOICI QUE JE ME RETROUVE AU SEUIL DE LA QUESTION QUI ME TIENT A COEUR PLUS QUE NULLE AUTRE, AU SEUIL DE CE PROBLEME EUROPEEN TEL QUE JE L'ENTENDS. C'EST-A-DIRE DE L'EDUCATION POSSIBLE D'UNE NOUVELLE CASTE DESTINEE A REGNER SUR L'EUROPE.

Frédéric Nietzsche

La fascination que l'oeuvre de Nietzsche, dans ses aspects *critiques*, peut exercer sur le monde égalitaire chrétien, s'explique non moins aisément, mais d'une façon particulière. Cette critique (Nietzsche le déclare ouvertement) constitue, en effet, le *prolongement historique* de la spéculation égalitaire chrétienne : elle s'exerce à partir de la *dernière perspective* égalitaire chrétienne. Goethe disait que pour détruire une «idée», il suffit de «la penser jusqu'au bout». Dans sa «seconde période», Nietzsche prend sur lui de penser *jusqu'au bout* l'idée égalitaire, la morale chrétienne du Bien et du Mal, afin de les *détruire* en les menant jusqu'au point *où elles basculent dans leurs contraires* (2).

critique et créateur

Hannah Arendt a reproché à Nietzsche d'être, comme Marx et Freud, retombé dans l'*illusion*, après avoir «détruit la tradition». C'est une nouvelle erreur. Contrairement à Kant, Marx ou Freud, Nietzsche ne prétend pas avoir trouvé la *vraie* réponse aux questions ultimes. Bien au contraire, et d'une façon souveraine, il donne *sa* réponse à *ses* propres questions. A l'arbitraire du type d'homme qui triomphe à son époque, et qu'il méprise, il oppose consciemment son *arbitraire* et son *Geschmack* (son goût). Le Mythe qu'il propose n'est (et ne veut être) qu'une *oeuvre d'art* : il vise à séduire, à provoquer. Le langage quotidien dirait naïvement que cette oeuvre est une action de propagande. Nietzsche, sous le masque de Zarathoustra, se fait prédicateur.

Il est assez remarquable que Nietzsche, tout au long de sa vie, n'ait jamais cessé d'établir une comparaison entre lui-même, d'une part, Socrate et Jésus le Nazaréen, de l'autre. Dans son oeuvre, Socrate est présenté comme le philosophe qui, par le biais de sa réflexion dialectique, a entrouvert au *virus* égalitaire les portes du monde païen, ce dernier étant ainsi subrepticement privé des moyens de se défendre. Jésus, et avec lui Paul de Tarse, passant à travers la porte entrouverte, ont inoculé au monde païen la *maladie* égalitaire. Nietzsche, lui, se propose d'être au monde égalitaire ce que Socrate et Jésus, tout ensemble, furent au monde païen européen. D'où le double aspect de son oeuvre : *critique* et *destructif*, lorsqu'il se donne le rôle de Socrate ; *poétique* et *créateur de Mythe*, lorsqu'il assume, à l'inverse, celui de Jésus.

Il est tout à fait naturel que les tenants de l'entreprise égalitaire chrétienne s'efforcent de *tirer parti* de la critique nietzschéenne, et qu'ils s'aperçoivent toujours plus qu'ils ne sauraient s'en priver. Nietzsche, répétons-le, *a pensé leur monde jusqu'au bout*. Ils ont donc, auprès de lui, beaucoup à apprendre sur eux-mêmes. De même, au niveau plus terre-à-terre de la propagande quotidienne, il est tout aussi compréhensible qu'ils multiplient leurs efforts pour effacer toute trace de la «parenté» qui pourrait lier au phénomène national-socialiste cette pensée toujours présente et toujours fascinante, à laquelle ils sont

incapables de dénier ses titres de noblesse. Cette «parenté» n'en est pas moins indéniable, il faut bien le reconnaître.

Ce qui, pourtant, ne permet de tirer *aucun argument significatif*, ni contre Nietzsche, ni en faveur du national-socialisme.

le fond du problème

En fait, pour aborder avec quelque consistance un tel problème, il faut avant tout s'interroger sur le sens qu'à l'intérieur d'un discours de cet ordre, on donne au mot de *parenté*. On pourrait ainsi dire, d'une façon très légitime, que Paul de Tarse a *falsifié* la prédication du Christ, ou que le Christ ne se serait pas «reconnu» dans le «christianisme» de Paul (pas plus que Marx dans le «marxisme» d'un Lénine, d'un Trotsky ou d'un Mao Tsétoung). Mais une telle déclaration, si intéressante qu'elle puisse être du point de vue intellectuel, serait *historiquement insignifiante*. En effet, la force et la grandeur des évangiles consistent précisément dans le fait qu'il ont historiquement engendré *tous* les christianismes, et qu'ils continuent, non moins historiquement, à les *résorber* perpétuellement dans leur sein. De la même manière, toute «lecture», toute *interprétation* (y compris celle de Nietzsche par le mouvement hitlérien), peuvent être jugées et déclarées *abusives*. Mais un jugement de cette sorte, si fondé soit-il, n'a aucune signification réelle. Il ressort de la pure abstraction, de ce royaume de l'absolu au sein duquel il n'y a pas de «communication». Car ce qui compte, du point de vue historique, ce n'est pas que Paul de Tarse ait ou non *trahi* la parole du Christ. C'est le fait qu'il *s'en réclame*, et qu'il n'est *entendu* que parce qu'il s'en réclame. De même Lénine, ou Trotsky, par rapport à Marx. Le génie d'un fondateur de religion, d'un maître à penser ou d'un créateur d'école, se mesure à l'abondance des «produits» qui iront se situer d'eux-mêmes *à l'intérieur de son discours*, et prétendront tous *être ce discours*. Il a existé une multitude de sectes chrétiennes, dont chacune a peut-être réalisé un *aspect* du *projet* proposé par le Christ, mais dont quelques unes seulement ont acquis le *poids historique* susceptible, en fin de compte, de *décider* de ce que le christianisme *est effectivement*, c'est-à-dire de ce que le Christ *est devenu dans sa postérité* (5).

Nietzsche, à l'égal du Christ, prétend être l'initiateur d'un mouvement historique. Ce mouvement a engendré des tendances et des écoles qui l'ont peut-être *objectivement* trahi, mais qui, du point de vue strictement *historique*, se sont toutes présentées comme sa *réalité* et sa *continuation*. C'est là ce qu'il faut prendre en ligne de compte si l'on veut parler, d'une façon tant soit peu cohérente, des rapports entre Nietzsche et le national-socialisme. Dans sa *Deutsche Konservative Revolution*, Armin Mohler a mis en évidence le foisonnement des *sectes* philosophiques, politiques et littéraires, qui, dans le premier après-guerre, se réclamaient du Mythe nietzschéen. Ces sectes se situaient les unes par rapport aux autres, et se jugeaient les unes les autres de la même façon que les sectes marxistes entre elles. Elles adoptèrent, vis-à-vis du national-socialisme, des attitudes fort variées. Ainsi, s'il est vrai que le national-socialisme fut «nietzschéen», puisqu'il se situait à l'intérieur de la dialectique anti-égalitaire dont Frédéric Nietzsche a contribué à préciser les contours, il est faux que tout «nietzschéisme» soit national-socialiste. De même que les «aberrations gauchistes» ne compromettent point Marx aux yeux des communistes orthodoxes, de même le national-socialisme ne saurait, en rien, «compromettre» le *projet* nietzschéen. ■

Giorgio LOCCHI

(5) Qu'importe, d'ailleurs, si ces développements se sont opérés historiquement «malgré lui». Cela signifie simplement que le Christ ne savait pas ce qu'il faisait, tout en le faisant.

signes des temps

histoire
génétique
archéologie
religions
vie moderne

Arthur et l'ordinateur. Le roi Arthur, heros des romans de la Table Ronde, était vraisemblablement un chef de guerre qui vivait dans le sud-ouest de la Grande-Bretagne au cours du siècle ayant suivi le départ des légions romaines. La légende associe son nom à la forteresse de South Cadbury (Somerset), identifiée au XVIème siècle, par l'humaniste Leland, comme étant le siège de la cour fabuleuse de Camelot. Des fouilles menées par M. Leslie Alcock ont établi qu'à l'époque présumée de l'existence d'Arthur vers l'an 500, les terrassements préhistoriques de South Cadbury furent effectivement renforcés par un remblai de pierres englobant sept hectares au sommet de la colline, constituant ainsi la plus importante fortification médiévale dégagée à ce jour.

De nombreux fragments d'amphores méditerranéennes ont été découverts sur le site. On y a aussi retrouvé des vestiges néolithiques (3 000-2 500 av. notre ère), des fers de lance, les débris d'un métier à tisser de l'âge du Bronze, du matériel de l'âge du Fer, et des bronzes romains.

informations

Les archéologues de South Cadbury se sont beaucoup servis d'instruments géophysiques, qui permettent de détecter les modifications des propriétés physiques du sous-sol pouvant être imputées à des évènements archéologiques. Le «compteur de résistivité», par exemple, mesure la conductibilité électrique du sol et permet de repérer toute maçonnerie offrant une résistance anormale. Les magnétomètres et les compteurs à impulsions magnétiques signalent les excavations ou les anciens fossés enfouis, qui renferment souvent des matériaux utiles pour la datation.

Cent mille relevés géophysiques numériques, transmis par télex à l'ordinateur ICL KDF9 de l'International Computers de Kidsgrove (Staffordshire), ont ainsi été rapportés en «cartes archéologiques». La technique du graphisme par ordinateur satisfait particulièrement l'archéologue, qui préfère évidemment disposer de cartes constituées en «points», dont la densité indique l'importance relative des anomalies locales. Grâce au clavier d'un vidéo-terminal et à un crayon lumineux, l'opérateur peut ensuite demander à l'ordinateur d'effectuer des filtrages ou de modifier la densité et la position des points, pour tenir compte de l'arrière-plan non archéologique. A South Cadbury, l'étude géophysique a seule décidé de l'endroit des fouilles. Cette méthode, encore expérimentale, devrait se généraliser.

Jan de Vries. En hommage au professeur Jan de Vries, décédé le 23 juillet 1964 à Utrecht, les éditions Walter de Gruyter & Co. (Berlin) ont publié, sous le titre *Kleine Schriften*, un choix d'articles du célèbre specialiste d'histoire des religions germaniques. Mis au point sous la direction de MM. Klaas Heerona et Andries Klystra, cet ouvrage comprend notamment *Der Mythos von Balders Tod* (1955), *Völkerwanderung und Vikingerzeit* (1961), *Harald Schönhaar in Sage und Geschichte* (1942), *Die Westnordliche Tradition der Sage von Ragnar Lodbrok* (1928), *Rood, Wit, Zwaart* (1942), *Sur certains glissements fonctionnels de divinités dans la religion germanique* (1960).

Né en 1890 à Amsterdam, Jan de Vries occupa, à partir de 1926, la chaire d'*altgermanistische* à l'Université de Leiden. La publication des deux tomes de son *Altgermanische Religionsgeschichte*, en 1935-37, le plaça d'emblée au premier rang des historiens des religions germaniques. Réédité en 1956-57, puis en 1970, cet ouvrage reste encore aujourd'hui un classique. Philologue averti, de Vries fit ensuite paraître une *Altnordische Litteraturgeschichte* (1941-42 ; rééd. chez Walter de Gruyter & Co. en 1964-67), ainsi qu'un monumental *Altnordisches Etymologisches Wörterbuch* (Bril, éd. Leiden, 1957-61). On lui doit encore des études toponymiques (*La toponymie et l'histoire des religions*, in *Revue de l'histoire des religions*, Vol. 145, pp. 207-30. Paris, 1954) et plusieurs ouvrages sur les Celtes : *Kelten und Germanen* (Bern, 1960), *Keltische Religion* (Stuttgart, 1961 ; trad. fr. *La religion des Celtes*. Payot, 1963), etc.

Mutilation. La circoncision est actuellement pratiquée, à la naissance, sur 80 p. 100 des enfants américains de sexe masculin. Certains médecins réveillent le débat. Ils font valoir que l'ablation du prépuce ne se justifie ni par des raisons d'«hygiène», ni par aucune autre considération. Au contraire, ajoutent-ils, elle réduit bien souvent le plaisir masculin. Dans le journal de l'Association médicale américaine (AMA), le Dr. Jack Harnes, de New-York, s'interroge vainement sur les motivations psychologiques des parents qui font circoncire leurs nouveaux-nés (pour des raisons autres que religieuses), et sur celles des adultes qui demandent à être opérés. Une enquête menée auprès de 135 urologues n'a donné aucun résultat.

Le zoologue Desmond Morris (*Le singe nu*) voit dans la circoncision «la migraine d'après-boire de notre lointain passé culturel». Il en explique la survivance, parallèlement «au renoncement à toutes les autres formes archaïques de démembrements génitaux», par les «rationalisations» qui lui ont donné un «vernis de respectabilité» (*Le couple nu.* Grasset, 1972).

Dans *La fonction érotique* (Laffont, 1972), le Dr. Gérard Zwang écrit : «On trouvera logique qu'un sexologue déprécie le christianisme. Mais il doit aussi s'en prendre à toutes les religions. Au fétichisme nègre qui prône la clitoridectomie. Au judaïsme dévorateur de prépuces, et qui ne semble avoir jamais existé que pour entraîner le malheur de ses fidèles. A l'Islam mutilateur et guerrier, qui fait des femmes de misérables créatures privées des droits humains élémentaires. A l'hindouisme soi-disant «érotique», alors qu'il n'est que génésique, provoquant une catastrophique surpopulation là où les gens meurent de faim dans les excréments du plus grand troupeau bovin du monde. Le procès des religions est engagé : elles le perdront».

Le camp de la légion. Francfort a deux mille ans de plus qu'on ne le pensait. C'est ce qu'ont démontré les fouilles auxquelles a donné lieu la construction du métro. Les archéologues ont passé plusieurs emplacements vierges au peigne fin. Les vestiges qu'ils ont exhumés, notamment des morceaux de poterie datant du néolithique, prouvent que le site était habité il y a déjà cinq mille ans. C'est vers l'an 3 500 avant notre ère que les premiers «Francfortois» se sont installés sur la colline née des sédiments du Rhin, et non, comme on le croyait, vers l'an 1 500. Puis vinrent les Celtes et les Romains, qui cèdèrent la place aux Alamans et aux Mérovingiens.

A Cologne, les fouilles de la cathédrale, dirigées par le Dr. Doppelfeld, directeur du musée d'Art romain et germanique, ont permis de découvrir des pierres couvertes d'inscriptions, des fragments de mosaïques et des sculptures. Le Dr. Doppelfeld a présenté à la presse des morceaux de poterie datant de la période de La Tène, des couteaux de silex et des fragments de pieux retrouvés dans des fosses proches de la cathédrale, qui comptent parmi les plus anciens vestiges mis au jour à Cologne. Les chercheurs ont également dégagé une poterie romaine portant l'inscription PRINCEPS XIX, ce qui confirme la présence à Cologne, en plus des campements de la XVIIème et de la XIVème, d'un camp de la XIXème Légion. Ils ont encore trouvé des morceaux de fresques, deux couches de mosaïques, et les restes d'un système de chauffage par tuyaux de terre cuite. «Au cours de la première moitié du 1er siècle, indique la *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, un temple de Mercurius Augustus se trouvait à l'emplacement de la cathédrale. On en a retrouvé de très beau vestiges, dignes d'être comparés à ceux de Baalbek».

L'âge et l'intelligence. Au VIIIème Congrès international de gérontologie, les chercheurs de l'Institut national de santé de Béthesda ont communiqué les résultats d'une enquête ayant porté sur quarante-sept vieillards, dont l'âge moyen était de 71,5 ans. Vingt-trois étaient toujours en vie après avoir été suivis pendant douze ans. Les médecins ont eu la surprise de constater qu'aux facteurs de longévité classiques (absence d'obésité, d'hypertension, d'athérosclérose, abstinence de tabac), s'ajoutait un facteur mental : les survivants, au départ de l'expérience, étaient plus intelligents que les autres. Leur score à l'échelle de Wechsler était en moyenne de 70,4, contre 56 pour les disparus.

Dans le même ordre d'idées, il faut signaler une étude originale, effectuée par deux Soviétiques, Aleksakhine et Tkatchenko. Il s'agissait de savoir si l'âge des parents au moment de la naissance a une influence sur les capacités intellectuelles des enfants. Après avoir examiné plus de cinq cents biographies d'hommes célèbres, les deux chercheurs ont mis ces noms en regard de l'âge du père et de la mère au moment de la naissance. Ils se sont aperçus que, dans 80 p. 100 des cas, l'âge du père était supérieur à trente ans. Les maximums exacts se situent à 27 pour l'âge de la mère, et pour le père, à 38 ans.

Les empreintes des Anciens. L'étude des empreintes digitales comme moyen d'investigation policière remonte aux travaux de Sir William Herschel, au XIXème siècle. Un jeune professeur de l'Université de Göteborg, M. Paul Aström, suggère qu'on l'étende à l'archéologie, et se propose de dater de cette façon l'irruption des Indo-Européens dans l'espace grec. En l'absence de tout document chronologique écrit, a-t-il déclaré au cours d'un colloque tenu à Athènes, les archéologues feraient bien de s'intéresser aux empreintes figurant sur les fragments de poteries et de tablettes. Selon une hypothèse de plus en plus répandue en anthropométrie, des types d'empreintes homogènes correspondraient en effet aux

races et aux «nations». Dans cette optique, une subite altération du type dominant impliquerait un exode de population ou l'arrivée d'un groupe d'envahisseurs.

Aidé par M. Sven Eriksson, chef du Département d'anthropométrie de la police suédoise, M. Paul Aström a déjà réuni et analysé plus de deux cents empreintes relevées sur des poteries grecques et crétoises. Les empreintes mycéniennes se caractérisent par une moyenne de 20 p. 100 d'arcs, 65 p. 100 de boucles et 15 p. 100 de volutes. Les empreintes minoennes, antérieures de près d'un millénaire, font ressortir une moyenne très différente : 4 p. 100 d'arcs, 42 p. 100 de boucles et 54 p. 100 de volutes.

Le nombre d'empreintes digitales lisibles n'est évidemment pas très élevé. On les trouve surtout aux points de finition : intérieur du bec, face interne des anses. Le test ne suffit donc pas à clore le débat. Mais le professeur Aström déclare : «Les empreintes digitales peuvent aider à définir les races et les populations. Si nous arrivons à obtenir des collections d'empreintes allant de la préhistoire jusqu'à l'époque classique, nous pourrons mieux situer la date à laquelle les peuples sont apparus, à commencer par les Indo-Européens».

Musées en plein air. L'Allemagne du nord, la Suède et le Danemark comptent, depuis le début du siècle, un nombre toujours croissant de «musées de plein air» (*Freilichtmuseen*). Il s'agit de sites où sont reconstituées pierre par pierre, intérieurement et extérieurement, des maisons typiques, de différentes époques, et de style populaire ou paysan. Les plus belles sont généralement les grandes maisons-halles de bois couvertes de chaume (*Fachwerkhäuser*). L'outillage et le mobilier évoquent la vie quotidienne et les travaux ruraux.

L'idée vient de Scandinavie. Le premier musée de plein air, celui de Skansen, près de Stockholm, a été fondé en 1891. En Allemagne, le plus ancien a vu le jour en 1909, à Königsberg. Celui de Cloppenburg (RFA) reçoit 180 000 visiteurs par an. A Lyngby, près de Copenhague, et Bygdoï, près d'Oslo, on enregistre des chiffres de fréquentation du même ordre. Malgré la rigueur toute scientifique de la présentation, ces musées exercent donc un puissant attrait populaire. Celui-ci, écrit le chroniqueur de *Die Welt*, «s'explique par le caractère original des bâtiments que l'on a reconstruits, et qui nous offrent d'étonnants aperçus de l'existence que menaient nos ancêtres».

La vision éidétique. De récentes expériences, pratiquées par le psychologue américain R. Norman Haber sur une vingtaine d'enfants présélectionnés, ont permis d'établir les caractéristiques précises de la vision «éidétique». Ce phénomène, dont la dénomination est due au philosophe Husserl, consiste en l'aptitude à la *représentation idéale des objets récis.* On cite le cas d'une jeune enseignante de vingt-neuf ans, qui pouvait «visualiser» une barbe sur un individu glabre, un arbre feuillu dans un paysage de plein hiver, etc. R. Norman Haber a établi que ces «pouvoirs exceptionnels» sont dus à certains troubles de la persistance rétinienne, et à une remarquable faculté de mémorisation (dont ils se distinguent cependant par leur caractère mécanique et spontané).

R. Norman Haber a observé deux phénomènes : l'image «éidétique» se forme seulement lorsque les yeux sont restés un temps assez court devant l'objet (deux ou trois secondes). Une observation prolongée déclenche le mécanisme de la mémoire «classique», qui chasse l'image. D'autre part, la vision se forme toujours sur le même plan que l'objet l'ayant provoquée. Elle couvre environ deux à trois degrés de l'arc visuel, c'est-à-dire la partie de la rétine qui correspond à la vision la plus intense.

A l'Université de Harvard, deux autres psychologues, C. F. Stromeyer III et J. Psotka, sont parvenus aux mêmes conclusions en employant une technique d'investigation très affinée, à base d'images stéréographiques. Ces études nous permettent de mieux comprendre les connections existant entre les organes des sens et le cerveau. La vision «éidétique» semble en effet plus concerner les facultés analytiques de la rétine que celles du cerveau. Elle constitue peut-être une sorte de «mémoire animale», qui aurait été éliminée par l'homme au profit de la mémoire cérébrale.

Communautés ethniques. L'Union fédéraliste des communautés ethniques européennes (UFCE) a tenu son congrès à Karlstadt, dans la province suédoise de Värmland. A l'ordre du jour : la situation des minorités ethniques scandinaves (Lapons, Finnois de Suède, Suédois de Finlande).

Fondée en 1949 à Paris, l'UFCE a eu pour premier président l'écrivain wallon Charles Plisnier, et pour secrétaire général l'économiste breton Joseph Martray. Elle s'emploie à la sauvegarde et au développement des minorités ethniques en Europe, qu'elle regroupe dans leur quasi-totalité. Plusieurs associations de réfugiés d'Europe de l'est, dont le *Sudetendeutscher Rat*, lui ont aussi donné leur adhésion.

L'Union est actuellement présidée par le sénateur danois Volgger, son secrétaire général étant Polv Skadegard. Elle possède une importante section de jeunesse. En 1969, l'UFCE a édité un *Handbuch der Europäischer Volksgruppen* (Braumüller, éd., Vienne), où l'on remarque notamment la signature du professeur Guy Héraud, de l'Université de Strasbourg. Elle diffuse la revue *Europa ethnica* (Wilhelm Braumüller, Universitätbuchhandlung. Servitengasse, 5 1092 - Wien). Secrétariat général : Rolighed 2960 - Rungsted Kyst (Danemark).

Le peyotl et l'Esprit. L'Eglise «américaine navajo» d'Arizona croit à la présence du Grand Esprit dans le peyotl (cactus hallucinogène mexicain) et dans son dérivé, la mescaline. Ses représentants ont introduit, auprès des tribunaux de district, une demande visant à suspendre les poursuites engagées contre les personnes qui font usage de cette drogue. Leurs fidèles, ont-ils expliqué, au nombre de 40 000 répartis sur quinze Etats, entrent en communication avec Dieu au moyen de la drogue cérémonielle. L'Eglise navajo exige également d'être reconnue comme organisation cultuelle, ce qui lui est refusé depuis 1969. A Parks (Arizona), quarante-trois «croyants» ont été arrêtés pour détention de mescaline.

Aménorrhée monastique. Les vocations religieuses, chez la femme, entraînent souvent une interruption des règles. C'est ce qu'affirment les chercheurs du Département de médecine préventive et sociale de l'Université de Pittsburgh (États-Unis), qui ont étudié l'incidence des aménorrhées (absence de menstruation pendant plus de deux mois) chez un groupe de 348 jeunes nonnes. Les sujets se trouvaient dans les trois premières années de leur vie religieuse, et appartenaient à onze Ordres différents. Selon les Drs. Frances Drew et Elizabeth Stifel, qui dirigaient l'enquête, les taux d'aménorrhée les plus élevés se situent au moment du noviciat, lorsqu'intervient la séparation familiale et sociale. L'incidence décroît ensuite, au fur et à mesure que la religieuse s'adapte à la vie confinée.

Dans la revue *Obstetrics and Gynecology*, les Drs. Drew et Stifel rappellent qu'un traitement hormonal ne s'impose pas lorsque l'aménorrhée secondaire ne dure pas plus de huit mois. Chez les nonnes (un début de grossesse étant à priori exclu), le dérèglement est essentiellement psychologique, et traduit une relation profonde du physique au mental.

Otto Hauser et «Mannus». La revue de préhistoire et de protohistoire germaniques (et ouest-européennes) *Mannus* a consacré un numéro spécial (229 pp.) à une figure méconnue : l'archéologue suisse Otto Hauser (1874-1932). Cette monographie, rédigée par M. Karl Brandt, directeur honoraire de musée, ancien collaborateur de Hauser, traite notamment des relations scientifiques franco-allemandes.

Qualifié par Rudolf Pörtner (*Bevor die Römer kamen*) d'«enfant terrible de la science allemande», Hauser a laissé le souvenir d'un brillant *outsider*, découvreur du site néanderthalien du Moustier, auteur de très nombreux ouvrages (*Der Mensch vor 100 000 Jahren, Urmensch und Wilder, Le Périgord préhistorique, Die grosse Zentraleuropäische Urrasse, La Micoque, Der Erde Eiszeit und Sintflut*, etc.), à qui Gustav Kossinna et Carl Schuchhardt ne ménagèrent pas leur sympathie, mais qui eut parfois maille à partir avec les ténors de l'archéologie académique et wilhelmienne. On lui reprocha quelques conclusions hâtives, et une fâcheuse habitude à commercialiser ses trouvailles. En 1916, il fut expulsé de France à la demande de Maurice Barrès, qui l'avait présenté comme un «agent allemand» !

Fondée en 1909 par le célèbre préhistorien Kossinna, *Mannus* a paru presque sans interruption jusqu'en 1945, aux éditions Curt Kabitzsch, de Leipzig. Celles-ci ont publié, dans la *Mannus-Bibliothek*, les oeuvres de Bruno Schulz, Erich Blume, M. M. Lienau, Ernst Wahle, Martin Jahn, Karl Rademacher, Konrad Strauss, Wolfgang Schultz, G. Eichhorn, Carl Gumpert, etc. La revue reparaît depuis 1969, sous la direction de M. Dieter Korell, et en liaison avec la Gesellschaft für Vor- und Frühgeschichte. Le dernier numéro paru (Vol. 38, n° 1) contient notamment des articles de MM. Rudolf Dehnke (*Die Kultur der Grossteingraberbauer in Norddeutschland und das Indogermanenproblem*), Karl Brandt (*Auf den Spuren der ersten Bauern*) et Bolko Frhr. von Richthofen (*Bronzezeitliche Funde in Niederösterreich*) (*Mannus-Verlag*, 53 - Bonn 1 / Postfach 97).

Anomalies magnétiques. La Cordillère des Andes, qui borde l'Amerique latine du canal de Panama à la Terre de Feu, continue à croître de plusieurs centimètres par an. Elle est aussi le siège de phénomènes électromagnétiques anormaux, que les experts jugent déroutants. Une anomalie a finalement été décelée dans une région s'étendant entre El Desaguadero, à la frontière bolivienne, et Huanuco, au centre du Pérou. Une équipe de l'Institut péruvien de géophysique et du Département de magnétique terrestre de l'Institut Carnegie (Washington) y a décelé l'existence d'un gigantesque bloc de matière, doté d'une conductivité électrique très élevée, qui se trouverait «coincé» entre l'écorce terrestre proprement dite et les couches plus profondes de la masse planétaire.

D'autres recherches doivent être entreprises en Bolivie, en Equateur, au Chili, en Colombie, et même au Brésil, où l'on a enregistré des variations magnétiques d'une amplitude déconcertante. Elles devraient aider à mieux connaître l'origine des mouvements orogéniques (c'est-à-dire des mouvements de l'écorce terrestre qui donnent naissance aux montagnes).

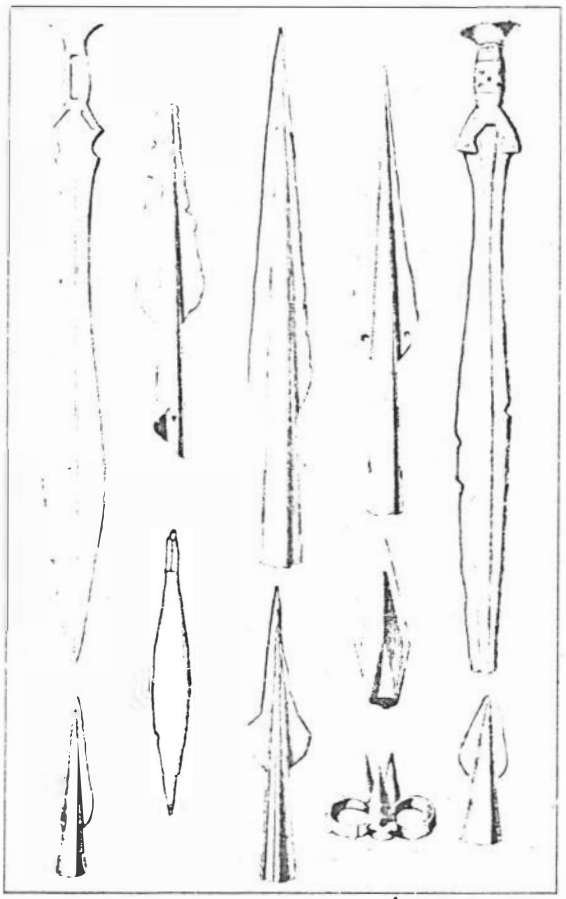
Entre l'enfer et le paradis. Le débat se poursuit entre théologiens catholiques sur le sort des enfants morts sans baptême. La doctrine traditionnelle veut qu'ils n'aillent pas en paradis, mais qu'ils passent l'éternité dans les limbes, où leur âme, sans subir aucun tourment, se lamenterait d'être exclue de la vision béatifique.

La notion de «limbes», où Dante voyait le «premier cercle de l'enfer», est née d'un désir d'adoucir le dogme augustinien, selon lequel tout non baptisé était logiquement voué au flammes infernales. Dans la revue jésuite *Civiltà cattolica*, le R. P. Jean Galot écrit : «Comment un Dieu qui refuserait le bonheur à des enfants innocents pourrait-il encore être considéré comme un Dieu d'amour ? On peut penser que l'une des joies de la communauté céleste sera la présence de nombreux enfants». Dans *L'Osservatore della Domenica*, Mgr Ferdinando Lambruschini, archevêque de Pérouse, maintient, lui aussi, que l'Eglise «n'a jamais condamné la these favorable au salut des enfants non baptisés». D'après le R. P. Galot, les missionnaires auraient utilisé la «menace» des limbes pour faire pression sur les parents, afin qu'ils fassent baptiser leur progéniture. Usage regrettable, précise-t-il, qu'abolira le baptême des adultes.

La grotte de Pan. L'Antre corycien, ou «grotte de Pan», est une caverne située aux flanc du Parnasse, qui surplombe le plateau de Livadi, près de Delphes. Décrit par Plutarque et Pausanias, l'Antre se compose de deux salles et d'une étroite entrée triangulaire. Il est identifié par une dédicace à Pan et aux Nymphes, gravée près de l'entrée par un nommé Eustratos d'Ambrisos. L'accès difficile a longtemps découragé les chercheurs. Ceux-ci voient maintenant dépassées leurs prévisions les plus optimistes.

Les fouilles de l'Ecole française d'archéologie, entreprises en 1971 sous la direction de M. Pierre Amandry, ont déjà dégagé plus de mille figurines ex voto en terre cuite, des céramiques et des fragments de sculptures. Les figurines couvrent une période allant du début du VIème siècle avant notre ère à l'époque hellénistique. Elle représentent des satyres, des coqs, des griffons, des oiseaux, des chevaux ou des visages. Certains objets, d'origine corinthienne, se rapprochent des figurines découvertes à Kirrha par l'Ecole française, avant la guerre.

Les fragments de sculptures hellénistiques représentent un dieu Pan, des satyres, un buste d'homme et un buste de Koré. Les archéologues ont aussi retrouvé, enrobés dans la concrétion des stalagmites, plusieurs objets de bronze : figurines, bijoux, bagues, lame, anneau, ainsi qu'une multitude d'osselets (ce qui confirme la fonction de la grotte comme lieu d'offrandes). Dans les couches intérieures, des objets mycéniens ont été mis au jour, ainsi que des vestiges du néolithique récent et de l'âge du bronze : céramiques, ossements d'animaux, figurines schématiques. Du néolithique à



Armes grecques.

l'époque archaïque, la grotte semble avoir été désaffectée. Par la suite, elle a servi de lieu de refuge, notamment aux habitants de Delphes contre les Perses, et en 1821 contre les Turcs. Selon Eschyle, le plateau voisin aurait servi aux femmes de l'Attique, de Delphes et de la Boétie, pour célébrer les Bacchanales.

Les clous du Pertshire. Il y a quatre ans, l'archéologue anglais Ian Richmand avait découvert dans le Pertshire dix mille clous romains, enterrés voici 1 900 ans par les légions, avant leur départ des Iles Britanniques. Remis à l'Institut du fer et de l'acier, ces clous ont paru du modèle employé par les Romains au début de notre ère, pour crucifier les condamnés. L'Institut a commencé par en envoyer des exemplaires à tous les musées, puis a vendu le reste comme «clous de la Crucifixion» au prix de cinq shillings pièce (vingt-cinq shillings la boîte de cinq). Le succès commercial a été plus que satisfaisant. Dans les ventes de charité, certains clous ont dépassé les quatre livres.

«Les Saints Clous vénérés dans la chrétienté sont en grand nombre, écrit M. Patrice Boussel. Il est possible d'en compter au minimum trente-deux «authentiques» pour vingt-neuf villes (Rome en possédant deux, et Venise trois)» (*Des reliques et de leur bon usage.* André-Balland, 1971).

Cellules anti-vieillesse. On pourra peut-être, dans un proche avenir, enrayer le processus de sénilité cérébrale. En injectant de l'ADN (acide désoxyribonucléique) d'un animal dans un autre, un médecin de Göteborg (Suède), le Dr. Holgar Hyden, a constaté que, dans l'heure suivant l'opération, la synthèse des protéines cérébrales avait augmenté de cent pour cent. Or, le vieillissement du cerveau est lié au non-renouvellement de ses cellules, qui deviennent elles-mêmes incapables de renouveler leur ADN. Les expériences du Dr. Heyden permettraient donc d'enlever au phénomène son caractère inévitable.

Des problèmes restent posés. L'ADN synthétisé par de vieilles cellules vaut-il l'ADN des cellules jeunes ? Quelle est la nature de la protéine ainsi formée ? Est-elle fonctionnelle ou inactive ? L'effet est-il durable ou éphémère ? Pour toutes ces raisons, le chercheur suédois estime que ses travaux n'auront pas d'applications dans l'immédiat.

Le bois de la nef de Brême. Grâce aux procédés dendrochronologiques mis au point par le professeur Liesen, le Dr. Bauche et le Dr. Eckstein, de l'Institut de biologie du bois de Hambourg-Reinbeck, sont parvenus à dater l'unique *hogge* (nef à deux châteaux de la Hanse) découverte dans la Weser, au cours des travaux d'excavations de Brême. Le bois vient d'un chêne abattu en 1378 dans les régions forestières du Weserbergland, au sud de l'Allemagne, qui fut acheminé par flottage sur la Weser. La construction proprement dite eut lieu en 1380.

La dendrochronologie est une méthode de datation qui se base sur le nombre des anneaux se formant chaque année de la croissance des arbres. Les mesures sont enregistrées sur cartes perforées, puis dépouillées par ordinateur. Les courbes de croissance exprimées sont ensuite comparées avec les courbes standard, ce qui chiffre exactement l'âge du bois. La différence des rythmes de croissance entre les arbres européens permet également de déterminer la provenance géographique. Cette méthode a été employée dans le Schlesvig,

pour dater plus précisément le *Danewerk* (muraille édifiée contre les Danois), et sur le site viking de Haithabu. Utilisée couramment par les archéologues et les préhistoriens, elle donne aussi des précisions sur le bois des statues, des monuments et des tableaux.

Campagne de modestie. Les catholiques traditionalistes font front contre l'impudicité et les mass-média. Le journal québécois *Vers demain*, organe des «Pélerins de Saint-Michel» (lié au mensuel français *Défense du foyer*), lance une «campagne de modestie» et fait signer un bulletin : «Je m'engage à m'habiller très modestement, en tout endroit et en toutes circonstances, selon les règles énoncées par les Papes pour les dames, demoiselles et fillettes». La même publication fait campagne contre la gymnastique obligatoire dans les établissements scolaires («pratique impudique et perverse»), et invite à prier la Vierge «pour qu'Elle vienne nous sortir de notre boue de lâcheté et de sexe». La directrice de *Vers demain*, Mme Gilberte Côté-Mercier, dirige aussi la lutte contre la télévision : «Même si les programmes étaient bons, écrit-elle, la télévision serait une mauvaise chose, anti-humaine, anti-pédagogique, anti-spirituelle. La télévision a dû être inspirée aux hommes par Lucifer».

Trois cercles de pierres levées. Des vestiges mégalithiques ont été découverts dans la région de Kalundsborg, au nord-est de l'île danoise de Seeland. C'est une photo aérienne, faisant apparaître des taches blanches sur la pellicule, qui a permis d'identifier l'endroit.

Des fouilles préliminaires, menées par M. Thorkild Ramskou, du Nationalmuseet de Copenhague, ont décelé des traces de pierres levées dispersées en trois cercles (ou cromlechs) concentriques. Le plus grand avait un diamètre de 320 mètres. Un petit dolmen était érigé en son centre. La disposition de l'ensemble n'est pas sans rappeler celle des célèbres monuments mégalithiques de Stonehenge (Grande-Bretagne). M. Ramskou espère éclaircir maintenants quelques points obscurs : datation, destination, cause de la destruction. A noter que la Seeland est un très important centre mégalithique : on y compte plus de 3 500 monuments pour un territoire de l'étendue du Finistère. Les points de concentration se situent près de Frederiksborg, Uldeire, Jagersprüss, Oppensudbye, Röskilde.

D'autre part, une pointe de flèche en pierre, identifiée à la «culture de Hambourg», a été retrouvée par un fermier dans la presqu'île du Jutland. Cette trouvaille, dit-on à Copenhague, «ajoute quatre mille ans à l'histoire du Danemark». Elle prouve en effet qu'une tribu de chasseurs de rennes avait pénétré au Jutland il y a quinze mille ans. La «culture de Hambourg» se développait à cette époque, sur les rives de l'Elbe.

Les cabanes du néolithique. Découverte à Couthezon, dans le Vaucluse, du plus vieux site néolithique d'Europe occidentale : 6 600 ans, d'après les datations au carbone 14. Les fouilles étaient dirigées par M. Jean Courtin, chargé de recherches au CNRS de Marseille. Le site se compose de plusieurs cabanes assez vastes, formant un ensemble d'habitations remontant à la civilisation *cardiale*, soit à la période néolithique la plus ancienne. Le sol est recouvert d'une couche régulière de gros galets roulés, provenant du démantèlement des terrasses quaternaires du Rhône. La plupart ont éclaté sous l'action du feu. Ont aussi été retrouvés : des poteries et des ossements d'animaux domestiques (porcs, boeufs, moutons et chèvres).

Altérations chromosomiques. D'après des observations faites par A. Stahl et Y. Brusquet, sur les leucocytes (globules blancs) d'enfants atteints de maladies virales en phase aiguë, certaines altérations des chromosomes seraient à mettre en rapport avec des infections telles que la varicelle, la rougeole, les oreillons, la roséole de l'enfance, etc. La nature de l'acide nucléique du virus (ADN pour

la varicelle, ARN pour la rougeole) n'entrerait pas en ligne de compte. Par contre, d'autres maladies virales, comme la rubéole, la stomatite herpétique du nourrisson, les infections à virus Echo-9, la grippe et la mononucléose infectieuse, n'entraînerit aucune conséquence de ce genre. Les aberrations (essentiellement des lacunes et des cassures uni- ou bichromatiques) ne sont d'ailleurs pas constantes chez les individus, et semblent dépendre de la date du prélèvement sanguin. Elles atteignent les chromosomes de grande taille plus fréquemment que les petits.

Le nom de l'Eternel. Des milliers de timbres-poste ont été retirés de la circulation à Tel-Aviv, pour être enfermés dans les coffres des services postaux israéliens. Les Juifs orthodoxes, qui ont porté plainte contre l'Etat, font valoir qu'ils ne peuvent ni lécher, ni déchirer ni oblitérer ces vignettes, car elles portent en hébreu le nom de Dieu, et représentent le vitrail de la synagogue de Tunis avec l'étoile de David et le Nom sacré. Leur cote a, du même coup, fortement monté chez les collectionneurs.

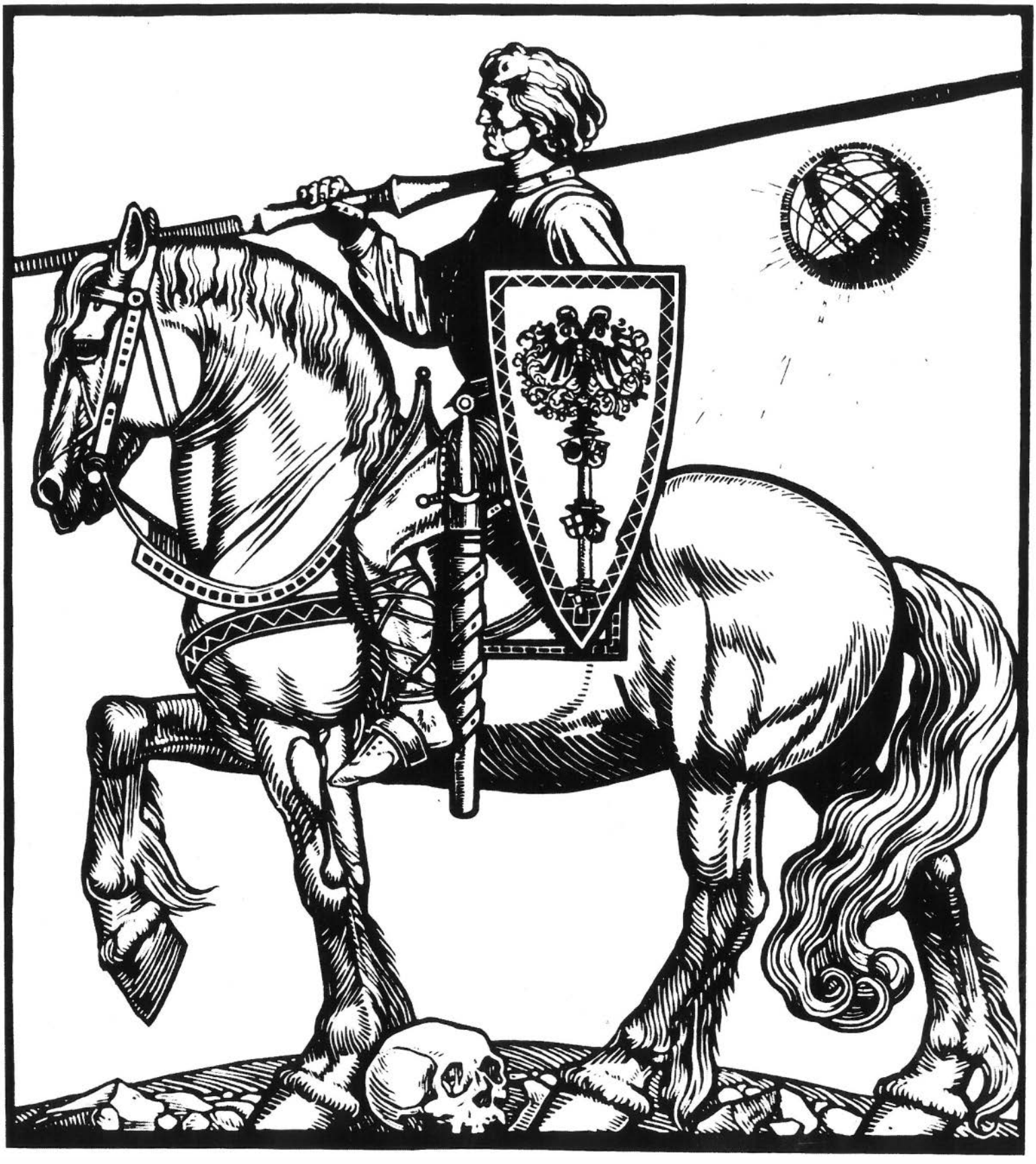
A Jérusalem, un membre d'une synagogue traditionaliste a été suspendu pour «détention de télévision». Jusqu'à ce qu'il se soit dessaisi de cet «objet salissant et répugnant», personne ne peut manger, boire ou s'asseoir à moins de quatre coudées de l'excommunié.

Syphilis à l'indienne. Contrairement à une opinion répandue, les Indiens d'Amérique du sud souffraient de la syphilis bien avant l'arrivée des Espagnols. M. Alejandro Estrada, 22 ans, professeur d'anthropologie à l'Université de Mexico, l'a démontré en retrouvant à Yagul, dans l'Etat d'Oaxaca (Mexique), deux crânes d'hommes indubitablement rongés par la syphilis. Ces restes ont été datés des environs de l'an 800, époque bien antérieure à la conquête. «C'est la première fois, a dit M. Estrada, que nous sommes en mesure de prouver que les Précolombiens connaissaient cette maladie».

Art et sculpture. Edité sous les auspices du Schweirischer Landsmuseum in Zürich, le trimestriel *Zeitschrift für Schweirische Archäologie und Kunstgeschichte* publie, sous une luxueuse présentation, des études dont l'intérêt déborde généralement le cadre helvétique. Au sommaire des derniers numéros : *Eglises gothiques du nord-est de la France médiévale, de la Lorraine et des pays du Rhône moyen, Sculptures gothiques du musée de Delémont* ; ainsi qu'un aperçu original sur l'art mérovingien : *Ceinturons du haut Moyen-Age* (Postfach 2760 / Zürich 8023 ; abonnement annuel : 28 F).

Semence congelée. A Atlantic City (Californie), soixante-huit enfants sont nés de mères fécondées par du sperme congelé. C'est le plus vaste succès expérimental remporté en ce domaine. Le sperme avait été conservé en congélateur pendant deux ans et demi, et n'avait rien perdu de ses propriétés. A la dernière Convention de l'Association médicale américaine (AMA), le Dr. Edward T. Tyler, responsable de l'expérience, a indiqué que la semence humaine congelée pouvait être utilisée désormais «avec un taux de succès comparable à celui de la semence fraîche». La technique serait «parfaitement rentable dans certains cas précis».

Il existe déjà des «banques de sperme» aux Etats-Unis. L'une d'elles, la Genetics Laboratories Inc., de Minneapolis (succursale à Manhattan), possède en stock près d'un millier d'échantillons. Une autre, l'Idant Corp., demande à ses clients d'acquitter un «droit d'entrée» de quatre-vingt dollars, et s'offre ensuite à conserver trois éprouvettes de semence à −321° F (*Time Magazine*, 3 janvier 1972 ; *La Nouvelle presse médicale*, 22 janvier 1972 ; *Le Monde*, 31 mai 1972). Les médecins encouragent de telles initiatives, qui permettent l'insémination artificielle de femmes dont les maris sont impuissants, malades, éloignés, voire décédés, ou qui ont décidé de subir une vasectomie. En cas de guerre nucléaire, le stockage des congélateurs en compartiments blindés pourrait également assurer la préservation de l'avenir génétique.

Une tombe en Sibérie. Des archéologues soviétiques ont découvert en Sibérie méridionale, dans une tombe de chef remontant à 2 700 ans, un important dépôt d'objets d'origine scythe. Outre le chef, la sépulture contenait sa femme, ses gens et ses chevaux. Trouvaille «sans prix», affirme l'agence Tass, malgré un ancien passage de pillards. Dans le tumulus, ont été mis au jour des pendentifs et de la vaisselle d'or, des ornements de turquoise, un poignard et des assiettes de bronze.

(informations : Patrice de PLUNKETT)